

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-262761

(P2004-262761A)

(43) 公開日 平成16年9月24日(2004.9.24)

(51) Int. Cl.⁷

F I

テーマコード (参考)

C07C 211/54

C07C 211/54

3K007

C07C 211/58

C07C 211/58

4H006

C09K 11/06

C09K 11/06

690

H05B 33/14

H05B 33/14

A

H05B 33/22

H05B 33/22

D

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 32 頁)

(21) 出願番号 特願2003-7762 (P2003-7762)

(22) 出願日 平成15年1月16日 (2003.1.16)

(71) 出願人 000183646

出光興産株式会社

東京都千代田区丸の内3丁目1番1号

(74) 代理人 100078732

弁理士 大谷 保

(74) 代理人 100081765

弁理士 東平 正道

(72) 発明者 川村 久幸

千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地

Fターム(参考) 3K007 AB18 CB04 DB03

4B006 AA01 AB92

(54) 【発明の名称】 芳香族アミン誘導体及びそれを用いた有機エレクトロルミネッセンス素子

(57) 【要約】

【課題】 分子が結晶化しにくく、有機EL素子を製造する際の歩留りが向上する芳香族アミン誘導体及び有機エレクトロルミネッセンス素子を提供する。

【解決手段】 非対称な構造を有する新規な芳香族アミン誘導体、並びに陰極と陽極間に少なくとも発光層を含む一層又は複数層からなる有機薄膜層が挟持されている有機エレクトロルミネッセンス素子において、該有機薄膜層の少なくとも1層が、前記芳香族アミン誘導体を単独もしくは混合物の成分として含有する有機エレクトロルミネッセンス素子である。

【選択図】 なし

【特許請求の範囲】

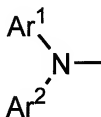
【請求項 1】

下記一般式 (1) で表される芳香族アミン誘導体。



(式中、A は、

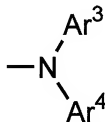
【化 1】



10

で表されるジアリールアミノ基、B は、

【化 2】



20

で表されるジアリールアミノ基であって、 $Ar^1 \sim Ar^4$ は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の核原子数 5 ～ 50 のアリール基である。ただし、A と B は同一ではない。

L は、置換もしくは無置換の核原子数 5 ～ 50 のアリーレン基からなる連結基、又は、複数の置換もしくは無置換の核原子数 5 ～ 50 のアリーレン基を単結合、酸素原子、硫黄原子、窒素原子又は飽和もしくは不飽和の核炭素数 1 ～ 20 の 2 価の脂肪族炭化水素基で結合した連結基である。)

【請求項 2】

陰極と陽極間に少なくとも発光層を含む一層又は複数層からなる有機薄膜層が挟持されている有機エレクトロルミネッセンス素子において、該有機薄膜層の少なくとも 1 層が、請求項 1 に記載の芳香族アミン誘導体を単独もしくは混合物の成分として含有する有機エレクトロルミネッセンス素子。

30

【請求項 3】

前記有機薄膜層が正孔輸送帯域を有し、該正孔輸送帯域が、請求項 1 に記載の芳香族アミン誘導体を単独もしくは混合物の成分として含有する請求項 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 4】

前記有機薄膜層が正孔輸送層を有し、該正孔輸送層が、請求項 1 に記載の芳香族アミン誘導体を単独もしくは混合物の成分として含有する請求項 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

40

【請求項 5】

前記正孔輸送層が、主成分として請求項 1 に記載の芳香族アミン誘導体を含有する請求項 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、新規な芳香族アミン誘導体及びそれを利用した有機エレクトロルミネッセンス素子に関し、さらに詳しくは、分子が結晶化しにくく、有機 EL 素子を製造する際の歩留

50

りが向上する新規な芳香族アミン誘導体及びそれを利用した有機エレクトロルミネッセンス素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

有機エレクトロルミネッセンス素子（以下エレクトロルミネッセンスをELと略記することがある）は、電界を印加することより、陽極より注入された正孔と陰極より注入された電子の再結合エネルギーにより蛍光性物質が発光する原理を利用した自発光素子である。イーストマン・コダック社のC. W. Tangらによる積層型素子による低電圧駆動有機EL素子の報告（C. W. Tang, S. A. Vanslyke, アプライドフィジックスレターズ（Applied Physics Letters）, 51巻、913頁、1987年等）がなされて以来、有機材料を構成材料とする有機EL素子に関する研究が盛んに行われている。Tangらは、トリス（8-ヒドロキシキノリン）ノールアルミニウムを発光層に、トリフェニルジアミン誘導体を正孔輸送層に用いている。積層構造の利点としては、発光層への正孔の注入効率を高めること、陰極より注入された電子をブロックして再結合により生成する励起子の生成効率を高めること、発光層内で生成した励起子を閉じ込めること等が挙げられる。この例のように有機EL素子の素子構造としては、正孔輸送（注入）層、電子輸送発光層の2層型、又は正孔輸送（注入）層、発光層、電子輸送（注入）層の3層型等がよく知られている。こうした積層型構造素子では注入された正孔と電子の再結合効率を高めるため、素子構造や形成方法の工夫がなされている。通常高温環境下で有機EL素子を駆動させたり、保管すると、発光色の変化、発光効率の低下、駆動電圧の上昇、発光寿命の短時間化等の悪影響が生じる。これを防ぐためには正孔輸送材料のガラス転移温度（T_g）を高くする必要があった。そのために正孔輸送材料の分子内に多くの芳香族基を有する必要がある（例えば、特許文献1の芳香族ジアミン誘導体、特許文献2の芳香族縮合環ジアミン誘導体、特許文献3のテトラフェニルベンジン化合物）、通常8～12個のベンゼン環を有する構造が好ましく用いられている。しかしながら、分子内に多くの芳香族基を有すると、これらの正孔輸送材料を用いて薄膜を形成し、有機EL素子を作製する際に結晶化が起こりやすく、蒸着に用いるつばの出口を塞いだり、結晶化に起因する薄膜の欠陥が発生し、有機EL素子の歩留り低下を招くなどの問題が生じていた。

【0003】

【特許文献1】

米国特許4,720,432号明細書

【特許文献2】

米国特許5,061,569号明細書

【特許文献3】

特開平7-126615号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、前記の課題を解決するためなされたもので、分子が結晶化しにくく、有機EL素子を製造する際の歩留りが向上する新規な芳香族アミン誘導体及びそれを用いた有機EL素子を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】

本発明者らは、前記目的を達成するために、鋭意研究を重ねた結果、下記一般式（1）で表される非対称な構造を有する新規な芳香族アミン誘導体を有機EL素子用材料として用い、特に正孔輸送材料として用いると、前記の課題を解決することを見出し、本発明を完成するに至った。

【0006】

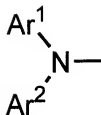
すなわち、下記一般式（1）で表される芳香族アミン誘導体を提供するものである。

A-L-B

(1)

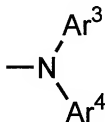
(式中、Aは、

【化3】



で表されるジアリールアミノ基、Bは、

【化4】



で表されるジアリールアミノ基であって、 $\text{Ar}^1 \sim \text{Ar}^4$ は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の核原子数5～50のアリール基である。ただし、AとBは同一ではない。

10

Lは、置換もしくは無置換の核原子数5～50のアリーレン基からなる連結基、又は、複数の置換もしくは無置換の核原子数5～50のアリーレン基を単結合、酸素原子、硫黄原子、窒素原子又は飽和もしくは不飽和の核炭素数1～20の2価の脂肪族炭化水素基で結合した連結基である。)

20

【0007】

また、本発明は、陰極と陽極間に少なくとも発光層を含む一層又は複数層からなる有機薄膜層が挟持されている有機EL素子において、該有機薄膜層の少なくとも1層が、前記芳香族アミン誘導体を単独もしくは混合物の成分として含有する有機EL素子を提供するものである。

30

【0008】

【発明の実施の形態】

本発明の芳香族アミン誘導体は、下記一般式(1)で表される化合物からなるものである。

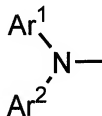
A-L-B (1)

一般式(1)において、AとBは同一ではない。すなわち、本発明の芳香族アミン化合物は、非対称な構造を有している。

【0009】

一般式(1)において、Aは、

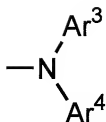
【化5】



で表されるジアリールアミノ基、Bは、

【化6】

40



で表されるジアリールアミノ基であって、 $\text{Ar}^1 \sim \text{Ar}^4$ は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の核原子数 5～50 のアリール基である。

【0010】

$\text{Ar}^1 \sim \text{Ar}^4$ のアリール基としては、例えば、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-アントリル基、2-アントリル基、9-アントリル基、1-フェナントリル基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル基、4-フェナントリル基、9-フェナントリル基、1-ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、1-ビレニル基、2-ビレニル基、4-ビレニル基、2-ビフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、p-ターフェニル-4-イル基、p-ターフェニル-3-イル基、p-ターフェニル-2-イル基、m-ターフェニル-4-イル基、m-ターフェニル-3-イル基、m-ターフェニル-2-イル基、o-トリル基、m-トリル基、p-トリル基、p-terphenylフェニル基、p-(2-フェニルプロピル)フェニル基、3-メチル-2-ナフチル基、4-メチル-1-ナフチル基、4-メチル-1-アントリル基、4'-メチルビフェニルイル基、4"-terphenyl-p-ターフェニル-4-イル基、フルオランテニル基、フルオレニル基、1-ピロリル基、2-ピロリル基、3-ピロリル基、ピラジニル基、2-ピリジニル基、3-ピリジニル基、4-ピリジニル基、1-インドリル基、2-インドリル基、3-インドリル基、4-インドリル基、5-インドリル基、6-インドリル基、7-インドリル基、1-イソインドリル基、2-イソインドリル基、3-イソインドリル基、4-イソインドリル基、5-イソインドリル基、6-イソインドリル基、7-イソインドリル基、2-フリル基、3-フリル基、2-ベンゾフラニル基、3-ベンゾフラニル基、4-ベンゾフラニル基、5-ベンゾフラニル基、6-ベンゾフラニル基、7-ベンゾフラニル基、1-イソベンゾフラニル基、3-イソベンゾフラニル基、4-イソベンゾフラニル基、5-イソベンゾフラニル基、6-イソベンゾフラニル基、7-イソベンゾフラニル基、キノリル基、3-キノリル基、4-キノリル基、5-キノリル基、6-キノリル基、7-キノリル基、8-キノリル基、1-イソキノリル基、3-イソキノリル基、4-イソキノリル基、5-イソキノリル基、6-イソキノリル基、7-イソキノリル基、8-イソキノリル基、2-キノキサリニル基、5-キノキサリニル基、6-キノキサリニル基、1-カルバゾリル基、2-カルバゾリル基、3-カルバゾリル基、4-カルバゾリル基、9-カルバゾリル基、1-フェナンスリジニル基、2-フェナンスリジニル基、3-フェナンスリジニル基、4-フェナンスリジニル基、6-フェナンスリジニル基、7-フェナンスリジニル基、8-フェナンスリジニル基、9-フェナンスリジニル基、10-フェナンスリジニル基、1-アクリジニル基、2-アクリジニル基、3-アクリジニル基、4-アクリジニル基、9-アクリジニル基、1, 7-フェナンスロリン-2-イル基、1, 7-フェナンスロリン-3-イル基、1, 7-フェナンスロリン-4-イル基、1, 7-フェナンスロリン-5-イル基、1, 7-フェナンスロリン-6-イル基、1, 7-フェナンスロリン-8-イル基、1, 7-フェナンスロリン-9-イル基、1, 7-フェナンスロリン-10-イル基、1, 8-フェナンスロリン-2-イル基、1, 8-フェナンスロリン-3-イル基、1, 8-フェナンスロリン-4-イル基、1, 8-フェナンスロリン-5-イル基、1, 8-フェナンスロリン-6-イル基、1, 8-フェナンスロリン-7-イル基、1, 8-フェナンスロリン-9-イル基、1, 8-フェナンスロリン-10-イル基、1, 9-フェナンスロリン-2-イル基、1, 9-フェナンスロリン-3-イル基、1, 9-フェナンスロリン-4-イル基、1, 9-フェナンスロリン-5-イル基、1, 9-フェナンスロリン-6-イル基、1, 9-フェナンス

10

20

30

40

50

ロリン-7-イル基、1, 9-フェナンスロリン-8-イル基、1, 9-フェナンスロリン-10-イル基、1, 10-フェナンスロリン-2-イル基、1, 10-フェナンスロリン-3-イル基、1, 10-フェナンスロリン-4-イル基、1, 10-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-1-イル基、2, 9-フェナンスロリン-3-イル基、2, 9-フェナンスロリン-4-イル基、2, 9-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-6-イル基、2, 9-フェナンスロリン-7-イル基、2, 9-フェナンスロリン-8-イル基、2, 9-フェナンスロリン-10-イル基、2, 8-フェナンスロリン-1-イル基、2, 8-フェナンスロリン-3-イル基、2, 8-フェナンスロリン-4-イル基、2, 8-フェナンスロリン-5-イル基、2, 8-フェナンスロリン-6-イル基、2, 8-フェナンスロリン-7-イル基、2, 8-フェナンスロリン-9-イル基、2, 8-フェナンスロリン-10-イル基、2, 7-フェナンスロリン-1-イル基、2, 7-フェナンスロリン-3-イル基、2, 7-フェナンスロリン-4-イル基、2, 7-フェナンスロリン-5-イル基、2, 7-フェナンスロリン-6-イル基、2, 7-フェナンスロリン-8-イル基、2, 7-フェナンスロリン-9-イル基、2, 7-フェナンスロリン-10-イル基、1-フェナジニル基、2-フェナジニル基、1-フェノチアジニル基、2-フェノチアジニル基、3-フェノチアジニル基、4-フェノチアジニル基、10-フェノチアジニル基、1-フェノキサジニル基、2-フェノキサジニル基、3-フェノキサジニル基、4-フェノキサジニル基、10-フェノキサジニル基、2-オキサゾリル基、5-オキサゾリル基、2-オキサジアゾリル基、5-オキサジアゾリル基、3-フラザニル基、2-チエニル基、3-チエニル基、2-メチルピロール-1-イル基、2-メチルピロール-3-イル基、2-メチルピロール-4-イル基、2-メチルピロール-5-イル基、3-メチルピロール-1-イル基、3-メチルピロール-2-イル基、3-メチルピロール-4-イル基、3-メチルピロール-5-イル基、2-*t*-ブチルピロール-4-イル基、3-(2-フェニルプロピル)ピロール-1-イル基、2-メチル-1-インドリル基、4-メチル-1-インドリル基、2-メチル-3-インドリル基、4-メチル-3-インドリル基、2-*t*-ブチル-1-インドリル基、4-*t*-ブチル-1-インドリル基、2-*t*-ブチル-3-インドリル基、4-*t*-ブチル-3-インドリル基等が挙げられる。

これらの中で、好ましくはフェニル基、ナフチル基、ピフェニル基、アントラニル基、フェナンスリル基、ピレニル基、クリセニル基、フルオランテニル基、フルオレニル基である。

【0011】

一般式(1)において、Lは、(I)置換もしくは無置換の核原子数5~50のアリーレン基からなる連結基、又は、(II)複数の置換もしくは無置換の核原子数5~50のアリーレン基を(I I-1)単結合、(I I-2)酸素原子(-O-)、(I I-3)硫黄原子(-S-)、(I I-4)窒素原子(-NH-)、-NR-[Rは置換基])又は(I I-5)飽和もしくは不飽和の核炭素数1~20の2価の脂肪族炭化水素基で結合した連結基である。

【0012】

前記(I)及び(I I)における核原子数5~50のアリーレン基としては、例えば、1, 4-フェニレン基、1, 2-フェニレン基、1, 3-フェニレン基、1, 4-ナフチレン基、2, 6-ナフチレン基、1, 5-ナフチレン基、9, 10-アントラニレン基、9, 10-フェナントレニレン基、3, 6-フェナントレニレン基、1, 6-ピレニレン基、2, 7-ピレニレン基、6, 12-クリセニレン基、4, 4'-ビフェニレン基、3, 3'-ビフェニレン基、2, 2'-ビフェニレン基、2, 7-フルオレニレン基、2, 5-チオフェニレン基、2, 5-シローリレン基、2, 5-オキサジアゾリレン基等が挙げられる。これらの中で、好ましくは、1, 4-フェニレン基、1, 2-フェニレン基、1, 3-フェニレン基、1, 4-ナフチレン基、9, 10-アントラニレン基、6, 12-クリセニレン基、4, 4'-ビフェニレン基、3, 3'-ビフェニレン基、2, 2'-ビフェニレン基、2, 7-フルオレニレン基である。

【0013】

前記(11-5)における飽和もしくは不飽和の炭素数1~20の2価の脂肪族炭化水素基としては、直鎖、分岐、環状のいずれであってもよく、例えば、メチレン基、エチレン基、プロピレン基、イソプロピレン基、エチリデン基、シクロヘキシリデン基、アダマンチレン基等が挙げられる。

【0014】

$Ar^1 \sim Ar^4$ 及びLの置換基としては、置換もしくは無置換の核原子数5~50のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1~50のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1~50のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数1~50のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の核原子数5~50のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素数1~50のアルコシカルボキシル基、置換もしくは無置換の核原子数5~50のアリール基で置換されたアミノ基、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシル基等である。

【0015】

置換もしくは無置換の核原子数5~50のアリール基の例としては、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-アントリル基、2-アントリル基、9-アントリル基、1-フェナントリル基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル基、4-フェナントリル基、9-フェナントリル基、1-ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、1-ビレニル基、2-ビレニル基、4-ビレニル基、2-ビフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、p-ターフェニル-4-イル基、p-ターフェニル-3-イル基、p-ターフェニル-2-イル基、m-ターフェニル-4-イル基、m-ターフェニル-3-イル基、m-ターフェニル-2-イル基、o-トリル基、m-トリル基、p-トリル基、p-t-ブチルフェニル基、p-(2-フェニルプロピル)フェニル基、3-メチル-2-ナフチル基、4-メチル-1-ナフチル基、4-メチル-1-アントリル基、4'-メチルビフェニルイル基、4"-t-ブチル-p-ターフェニル-4-イル基、フルオランテニル基、フルオレニル基、1-ビロリル基、2-ビロリル基、3-ビロリル基、ピラジニル基、2-ピラジニル基、2-ピリジニル基、4-ピリジニル基、1-インドリル基、2-インドリル基、3-インドリル基、4-インドリル基、5-インドリル基、6-インドリル基、7-インドリル基、1-イソインドリル基、2-イソインドリル基、3-イソインドリル基、4-イソインドリル基、5-イソインドリル基、6-イソインドリル基、7-イソインドリル基、2-フリル基、3-フリル基、2-ペンゾフラニル基、3-ペンゾフラニル基、4-ペンゾフラニル基、5-ペンゾフラニル基、6-ペンゾフラニル基、7-ペンゾフラニル基、1-イソペンゾフラニル基、3-イソペンゾフラニル基、4-イソペンゾフラニル基、5-イソペンゾフラニル基、6-イソペンゾフラニル基、7-イソペンゾフラニル基、キノリル基、3-キノリル基、4-キノリル基、5-キノリル基、6-キノリル基、7-キノリル基、8-キノリル基、1-イソキノリル基、3-イソキノリル基、4-イソキノリル基、5-イソキノリル基、6-イソキノリル基、7-イソキノリル基、8-イソキノリル基、2-キノキサリル基、5-キノキサリル基、6-キノキサリル基、1-カルバゾリル基、2-カルバゾリル基、3-カルバゾリル基、4-カルバゾリル基、9-カルバゾリル基、1-フェナンスリジニル基、2-フェナンスリジニル基、3-フェナンスリジニル基、4-フェナンスリジニル基、6-フェナンスリジニル基、7-フェナンスリジニル基、8-フェナンスリジニル基、9-フェナンスリジニル基、10-フェナンスリジニル基、1-アクリジニル基、2-アクリジニル基、3-アクリジニル基、4-アクリジニル基、9-アクリジニル基、1、7-フェナンスロリン-2-イル基、1、7-フェナンスロリン-3-イル基、1、7-フェナンスロリン-4-イル基、1、7-フェナンスロリン-5-イル基、1、7-フェナンスロリン-6-イル基、1、7-フェナンスロリン-8-イル基、1、7-フェナンスロリン-9-イル基、1、7-フェナンスロリン-10-イル基、1、8-フェナンスロリン-2-イル基、1、8-フェナンスロリン-3-イル基、1、8-フェナンスロリン-4-イル基、1、8-フェナンスロリン-5-イル基、1、8-フェナンスロリン-6

ーイル基、1、8-フェナンスロリン-7-イル基、1、8-フェナンスロリン-9-イル基、1、8-フェナンスロリン-10-イル基、1、9-フェナンスロリン-2-イル基、1、9-フェナンスロリン-3-イル基、1、9-フェナンスロリン-4-イル基、1、9-フェナンスロリン-5-イル基、1、9-フェナンスロリン-6-イル基、1、9-フェナンスロリン-7-イル基、1、9-フェナンスロリン-8-イル基、1、9-フェナンスロリン-10-イル基、1、10-フェナンスロリン-2-イル基、1、10-フェナンスロリン-3-イル基、1、10-フェナンスロリン-4-イル基、1、10-フェナンスロリン-5-イル基、2、9-フェナンスロリン-1-イル基、2、9-フェナンスロリン-3-イル基、2、9-フェナンスロリン-4-イル基、2、9-フェナンスロリン-5-イル基、2、9-フェナンスロリン-6-イル基、2、9-フェナンスロリン-7-イル基、2、9-フェナンスロリン-8-イル基、2、9-フェナンスロリン-10-イル基、2、8-フェナンスロリン-1-イル基、2、8-フェナンスロリン-3-イル基、2、8-フェナンスロリン-4-イル基、2、8-フェナンスロリン-5-イル基、2、8-フェナンスロリン-6-イル基、2、8-フェナンスロリン-7-イル基、2、8-フェナンスロリン-9-イル基、2、8-フェナンスロリン-10-イル基、2、7-フェナンスロリン-1-イル基、2、7-フェナンスロリン-3-イル基、2、7-フェナンスロリン-4-イル基、2、7-フェナンスロリン-5-イル基、2、7-フェナンスロリン-6-イル基、2、7-フェナンスロリン-8-イル基、2、7-フェナンスロリン-9-イル基、2、7-フェナンスロリン-10-イル基、1-フェナジニル基、2-フェナジニル基、1-フェノチアジニル基、2-フェノチアジニル基、3-フェノチアジニル基、4-フェノチアジニル基、10-フェノチアジニル基、1-フェノキサジニル基、2-フェノキサジニル基、3-フェノキサジニル基、4-フェノキサジニル基、10-フェノキサジニル基、2-オキサゾリル基、4-オキサゾリル基、5-オキサゾリル基、2-オキサジアゾリル基、5-オキサジアゾリル基、3-フラザニル基、2-チエニル基、3-チエニル基、2-メチルピロール-1-イル基、2-メチルピロール-3-イル基、2-メチルピロール-4-イル基、2-メチルピロール-5-イル基、3-メチルピロール-1-イル基、3-メチルピロール-2-イル基、3-メチルピロール-4-イル基、3-メチルピロール-5-イル基、2-*t*-ブチルピロール-4-イル基、3-(2-フェニルプロピル)ピロール-1-イル基、2-メチル-1-インドリル基、4-メチル-1-インドリル基、2-メチル-3-インドリル基、4-メチル-3-インドリル基、2-*t*-ブチル-1-インドリル基、4-*t*-ブチル-1-インドリル基、2-*t*-ブチル-3-インドリル基、4-*t*-ブチル-3-インドリル基等が挙げられる。

【0016】

置換もしくは無置換の炭素数1~50のアルキル基の例としては、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、*n*-ブチル基、*s*-ブチル基、イソブチル基、*t*-ブチル基、*n*-ペンチル基、*n*-ヘキシル基、*n*-ヘプチル基、*n*-オクチル基、ヒドロキシメチル基、1-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシイソブチル基、1、2-ジヒドロキシエチル基、1、3-ジヒドロキシイソプロピル基、2、3-ジヒドロキシ-*t*-ブチル基、1、2、3-トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、1-クロロエチル基、2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1、2-ジクロロエチル基、1、3-ジクロロイソプロピル基、2、3-ジクロロ-*t*-ブチル基、1、2、3-トリクロロプロピル基、プロモメチル基、1-プロモエチル基、2-プロモエチル基、2-プロモイソブチル基、1、2-ジプロモエチル基、1、3-ジプロモイソプロピル基、2、3-ジプロモ-*t*-ブチル基、1、2、3-トリプロモプロピル基、ヨードメチル基、1-ヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1、2-ジヨードエチル基、1、3-ジヨードイソプロピル基、2、3-ジヨード-*t*-ブチル基、1、2、3-トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1-アミノエチル基、2-アミノエチル基、2-アミノイソブチル基、1、2-ジアミノエチル基、1、3-ジアミノイソプロピル基、2、3-ジアミノ-*t*-ブチル基、1、2、3-トリアミノプロピル基、シアノメチル基、1-シアノエチル基、2-シアノエチル基、2-シアノイソブチル基、

10

20

30

40

50

1, 2-ジシアノエチル基、1, 3-ジシアノイソプロピル基、2, 3-ジシアノ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリシアノプロピル基、ニトロメチル基、1-ニトロエチル基、2-ニトロエチル基、2-ニトロイソブチル基、1, 2-ジニトロエチル基、1, 3-ジニトロイソプロピル基、2, 3-ジニトロ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリニトロプロピル基、シクロプロピル基、シクロブチル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、4-メチルシクロヘキシル基、1-アダマンチル基、2-アダマンチル基、1-ノルボルニル基、2-ノルボルニル基等が挙げられる。

【0017】

置換もしくは無置換の炭素数1~50のアルコキシ基は-OYで表される基であり、Yの例としては、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、*n*-ブチル基、*s*-ブチル基、イソブチル基、*t*-ブチル基、*n*-ペンチル基、*n*-ヘキシル基、*n*-ヘプチル基、*n*-オクチル基、ヒドロキシメチル基、1-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシイソブチル基、1, 2-ジヒドロキシエチル基、1, 3-ジヒドロキシイソプロピル基、2, 3-ジヒドロキシ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、1-クロロエチル基、2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1, 2-ジクロロエチル基、1, 3-ジクロロイソプロピル基、2, 3-ジクロロ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリクロロプロピル基、プロモメチル基、1-プロモエチル基、2-プロモエチル基、2-プロモイソブチル基、1, 2-ジプロモエチル基、1, 3-ジプロモイソプロピル基、2, 3-ジプロモ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリプロモプロピル基、ヨードメチル基、1-ヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1, 2-ジヨードエチル基、1, 3-ジヨードイソプロピル基、2, 3-ジヨード-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1-アミノエチル基、2-アミノエチル基、2-アミノイソブチル基、1, 2-ジアミノエチル基、1, 3-ジアミノイソプロピル基、2, 3-ジアミノ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリアミノプロピル基、シアノメチル基、1-シアノエチル基、2-シアノエチル基、2-シアノイソブチル基、1, 2-ジシアノエチル基、1, 3-ジシアノイソブチル基、2, 3-ジシアノ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリシアノプロピル基、ニトロメチル基、1-ニトロエチル基、2-ニトロエチル基、2-ニトロイソブチル基、1, 2-ジニトロエチル基、1, 3-ジニトロイソプロピル基、2, 3-ジニトロ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリニトロプロピル基等が挙げられる。

【0018】

置換もしくは無置換の炭素数1~50のアラルキル基の例としては、ベンジル基、1-フェニルエチル基、2-フェニルエチル基、1-フェニルイソプロピル基、2-フェニルイソプロピル基、フェニル-*t*-ブチル基、 α -ナフチルメチル基、1- α -ナフチルエチル基、2- α -ナフチルエチル基、1- α -ナフチルイソプロピル基、2- α -ナフチルイソプロピル基、 β -ナフチルメチル基、1- β -ナフチルエチル基、2- β -ナフチルエチル基、1- β -ナフチルイソプロピル基、2- β -ナフチルイソプロピル基、1-ピリルメチル基、2-(1-ピリル)エチル基、*p*-メチルベンジル基、*m*-メチルベンジル基、*o*-メチルベンジル基、*p*-クロロベンジル基、*m*-クロロベンジル基、*o*-クロロベンジル基、*p*-ブロモベンジル基、*m*-ブロモベンジル基、*o*-ブロモベンジル基、*p*-ヨードベンジル基、*m*-ヨードベンジル基、*o*-ヨードベンジル基、*p*-ヒドロキシベンジル基、*m*-ヒドロキシベンジル基、*o*-ヒドロキシベンジル基、*p*-アミノベンジル基、*m*-アミノベンジル基、*o*-アミノベンジル基、*p*-ニトロベンジル基、*m*-ニトロベンジル基、*o*-ニトロベンジル基、*p*-シアノベンジル基、*m*-シアノベンジル基、*o*-シアノベンジル基、1-ヒドロキシ-2-フェニルイソプロピル基、1-クロロ-2-フェニルイソプロピル基等が挙げられる。

【0019】

置換もしくは無置換の炭素数5~50のアリアルオキシ基は-OY'と表され、Y'の例としてはフェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-アントリル基、2-アントリル基、9-アントリル基、1-フェナントリル基、2-フェナントリル基、3-フェナ

10

20

30

40

50

ントリル基、4-フェナントリル基、9-フェナントリル基、1-ナフタセニル基、2-
 ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、1-ピレニル基、2-ピレニル基、4-ピレニル
 基、2-ビフェニル基、3-ビフェニル基、4-ビフェニル基、p-ターフエニル-
 フェニル-4-イル基、p-ターフエニル-3-イル基、p-ターフエニル-2-イル基、
 m-ターフエニル-4-イル基、m-ターフエニル-3-イル基、m-ターフエニル-2-
 イル基、o-トリル基、m-トリル基、p-トリル基、p-t-ブチルフェニル基、p-
 (2-フェニルプロピル)フェニル基、3-メチル-2-ナフチル基、4-メチル-1-
 ナフチル基、4-メチル-1-アントリル基、4'-メチルビフェニル基、4"-
 t-ブチル-p-ターフエニル-4-イル基、2-ピロリル基、3-ピロリル基、ピラジ
 ニル基、2-ピリジニル基、3-ピリジニル基、4-ピリジニル基、2-インドリル基、
 3-インドリル基、4-インドリル基、5-インドリル基、6-インドリル基、7-イン
 ドリル基、1-イソインドリル基、3-イソインドリル基、4-イソインドリル基、5-
 イソインドリル基、6-イソインドリル基、7-イソインドリル基、2-フリル基、3-
 フリル基、2-ベンゾフラニル基、3-ベンゾフラニル基、4-ベンゾフラニル基、5-
 ベンゾフラニル基、6-ベンゾフラニル基、7-ベンゾフラニル基、1-イソベンゾフラ
 ニル基、3-イソベンゾフラニル基、4-イソベンゾフラニル基、5-イソベンゾフラ
 ニル基、6-イソベンゾフラニル基、7-イソベンゾフラニル基、2-キノリル基、3-キノ
 リル基、4-キノリル基、5-キノリル基、6-キノリル基、7-キノリル基、8-キノ
 リル基、1-イソキノリル基、3-イソキノリル基、4-イソキノリル基、5-イソキノ
 リル基、6-イソキノリル基、7-イソキノリル基、8-イソキノリル基、2-キノキ
 サリニル基、5-キノキサリニル基、6-キノキサリニル基、1-カルバゾリル基、2-
 カルバゾリル基、3-カルバゾリル基、4-カルバゾリル基、1-フェナンスリジニル基
 、2-フェナンスリジニル基、3-フェナンスリジニル基、4-フェナンスリジニル基、
 6-フェナンスリジニル基、7-フェナンスリジニル基、8-フェナンスリジニル基、9-
 フェナンスリジニル基、10-フェナンスリジニル基、1-アクリジニル基、2-アクリ
 ジニル基、3-アクリジニル基、4-アクリジニル基、9-アクリジニル基、1、7-
 フェナンスロリン-2-イル基、1、7-フェナンスロリン-3-イル基、1、7-フェナ
 ンスロリン-4-イル基、1、7-フェナンスロリン-5-イル基、1、7-フェナ
 ンスロリン-6-イル基、1、7-フェナンスロリン-8-イル基、1、7-フェナンスロ
 リン-9-イル基、1、7-フェナンスロリン-10-イル基、1、8-フェナンスロリン-
 2-イル基、1、8-フェナンスロリン-3-イル基、1、8-フェナンスロリン-
 4-イル基、1、8-フェナンスロリン-5-イル基、1、8-フェナンスロリン-6-
 イル基、1、8-フェナンスロリン-7-イル基、1、8-フェナンスロリン-9-イル
 基、1、8-フェナンスロリン-10-イル基、1、9-フェナンスロリン-2-イル基
 、1、9-フェナンスロリン-3-イル基、1、9-フェナンスロリン-4-イル基、1、
 9-フェナンスロリン-5-イル基、1、9-フェナンスロリン-6-イル基、1、9-
 フェナンスロリン-7-イル基、1、9-フェナンスロリン-8-イル基、1、9-フ
 エナンスロリン-10-イル基、1、10-フェナンスロリン-2-イル基、1、10-
 フェナンスロリン-3-イル基、1、10-フェナンスロリン-4-イル基、1、10-
 フェナンスロリン-5-イル基、2、9-フェナンスロリン-1-イル基、2、9-フ
 エナンスロリン-3-イル基、2、9-フェナンスロリン-4-イル基、2、9-フェナ
 ンスロリン-5-イル基、2、9-フェナンスロリン-6-イル基、2、9-フェナンスロ
 リン-7-イル基、2、9-フェナンスロリン-8-イル基、2、9-フェナンスロリン-
 10-イル基、2、8-フェナンスロリン-1-イル基、2、8-フェナンスロリン-
 3-イル基、2、8-フェナンスロリン-4-イル基、2、8-フェナンスロリン-5-
 イル基、2、8-フェナンスロリン-6-イル基、2、8-フェナンスロリン-7-イル
 基、2、8-フェナンスロリン-9-イル基、2、8-フェナンスロリン-10-イル基、
 2、7-フェナンスロリン-1-イル基、2、7-フェナンスロリン-3-イル基、2、
 7-フェナンスロリン-4-イル基、2、7-フェナンスロリン-5-イル基、2、7-
 フェナンスロリン-6-イル基、2、7-フェナンスロリン-8-イル基、2、7-フ

10

20

30

40

50

エナンスロリン-9-イル基、2、7-フェナンスロリン-10-イル基、1-フェナジニル基、2-フェナジニル基、1-フェノチアジニル基、2-フェノチアジニル基、3-フェノチアジニル基、4-フェノチアジニル基、1-フェノキサジニル基、2-フェノキサジニル基、3-フェノキサジニル基、4-フェノキサジニル基、2-オキサゾリル基、4-オキサゾリル基、5-オキサゾリル基、2-オキサジアゾリル基、5-オキサジアゾリル基、3-フラザニル基、2-チエニル基、3-チエニル基、2-メチルピロール-1-イル基、2-メチルピロール-3-イル基、2-メチルピロール-4-イル基、2-メチルピロール-5-イル基、3-メチルピロール-1-イル基、3-メチルピロール-2-イル基、3-メチルピロール-4-イル基、3-メチルピロール-5-イル基、2-t-ブチルピロール-4-イル基、3-(2-フェニルプロピル)ピロール-1-イル基、2-メチル-1-インドリル基、4-メチル-1-インドリル基、2-メチル-3-インドリル基、4-メチル-3-インドリル基、2-t-ブチル-1-インドリル基、4-t-ブチル-1-インドリル基、2-t-ブチル-3-インドリル基、4-t-ブチル-3-インドリル基等が挙げられる。

10

[0020]

置換もしくは無置換の炭素数5~50のアリールチオ基は“SY”と表され、“Y”の例としてはフェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-アントリル基、2-アントリル基、9-アントリル基、1-フェナントリル基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル基、4-フェナントリル基、9-フェナントリル基、1-ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、1-ビレニル基、2-ビレニル基、4-ビレニル基、2-ビフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、p-ターフェニル-4-イル基、p-ターフェニル-3-イル基、p-ターフェニル-2-イル基、m-ターフェニル-4-イル基、m-ターフェニル-3-イル基、m-ターフェニル-2-イル基、o-トリル基、m-トリル基、p-トリル基、p-t-ブチルフェニル基、p-(2-フェニルプロピル)フェニル基、3-メチル-2-ナフチル基、4-メチル-1-ナフチル基、4-メチル-1-アントリル基、4'-メチルビフェニルイル基、4"-t-ブチル-p-ターフェニル-4-イル基、2-ビロリル基、2-キノリル基、ピラジニル基、2-ピリジニル基、3-ピリジニル基、4-ピリジニル基、2-インドリル基、3-インドリル基、4-インドリル基、5-インドリル基、6-インドリル基、7-インドリル基、1-イソインドリル基、3-イソインドリル基、4-イソインドリル基、5-イソインドリル基、6-イソインドリル基、7-イソインドリル基、2-フリル基、3-フリル基、2-ベンゾフラニル基、3-ベンゾフラニル基、4-ベンゾフラニル基、5-ベンゾフラニル基、6-ベンゾフラニル基、7-ベンゾフラニル基、1-イソベンゾフラニル基、3-イソベンゾフラニル基、4-イソベンゾフラニル基、5-イソベンゾフラニル基、6-イソベンゾフラニル基、7-イソベンゾフラニル基、2-キノリル基、4-キノリル基、5-キノリル基、6-キノリル基、7-キノリル基、8-キノリル基、1-イソキノリル基、3-イソキノリル基、4-イソキノリル基、5-イソキノリル基、6-イソキノリル基、7-イソキノリル基、8-イソキノリル基、2-キノキサリニル基、5-キノキサリニル基、6-キノキサリニル基、1-カルバゾリル基、2-カルバゾリル基、3-カルバゾリル基、4-カルバゾリル基、1-フェナンスリジニル基、2-フェナンスリジニル基、3-フェナンスリジニル基、4-フェナンスリジニル基、6-フェナンスリジニル基、7-フェナンスリジニル基、8-フェナンスリジニル基、9-フェナンスリジニル基、10-フェナンスリジニル基、1-アクリジニル基、2-アクリジニル基、3-アクリジニル基、4-アクリジニル基、9-アクリジニル基、1、7-フェナンスロリン-2-イル基、1、7-フェナンスロリン-3-イル基、1、7-フェナンスロリン-4-イル基、1、7-フェナンスロリン-5-イル基、1、7-フェナンスロリン-6-イル基、1、7-フェナンスロリン-8-イル基、1、7-フェナンスロリン-9-イル基、1、7-フェナンスロリン-10-イル基、1、8-フェナンスロリン-2-イル基、1、8-フェナンスロリン-3-イル基、1、8-フェナンスロリン-4-イル基、1、8-フェナンスロリン-5-イル基、1、8-フェナンスロリン-6-イ

20

30

40

50

ル基、1、8-フェナンスロリン-7-イル基、1、8-フェナンスロリン-9-イル基、1、8-フェナンスロリン-10-イル基、1、9-フェナンスロリン-2-イル基、1、9-フェナンスロリン-3-イル基、1、9-フェナンスロリン-4-イル基、1、9-フェナンスロリン-5-イル基、1、9-フェナンスロリン-6-イル基、1、9-フェナンスロリン-7-イル基、1、9-フェナンスロリン-8-イル基、1、9-フェナンスロリン-10-イル基、1、10-フェナンスロリン-2-イル基、1、10-フェナンスロリン-3-イル基、1、10-フェナンスロリン-4-イル基、1、10-フェナンスロリン-5-イル基、2、9-フェナンスロリン-1-イル基、2、9-フェナンスロリン-3-イル基、2、9-フェナンスロリン-4-イル基、2、9-フェナンスロリン-5-イル基、2、9-フェナンスロリン-6-イル基、2、9-フェナンスロリン-7-イル基、2、9-フェナンスロリン-8-イル基、2、9-フェナンスロリン-10-イル基、2、8-フェナンスロリン-1-イル基、2、8-フェナンスロリン-3-イル基、2、8-フェナンスロリン-4-イル基、2、8-フェナンスロリン-5-イル基、2、8-フェナンスロリン-6-イル基、2、8-フェナンスロリン-7-イル基、2、8-フェナンスロリン-9-イル基、2、8-フェナンスロリン-10-イル基、2、7-フェナンスロリン-1-イル基、2、7-フェナンスロリン-3-イル基、2、7-フェナンスロリン-4-イル基、2、7-フェナンスロリン-5-イル基、2、7-フェナンスロリン-6-イル基、2、7-フェナンスロリン-8-イル基、2、7-フェナンスロリン-9-イル基、2、7-フェナンスロリン-10-イル基、1-フェナジニル基、2-フェナジニル基、1-フェノチアジニル基、2-フェノチアジニル基、3-フェノチアジニル基、4-フェノチアジニル基、1-フェノキサジニル基、2-フェノキサジニル基、3-フェノキサジニル基、4-フェノキサジニル基、2-オキサゾリル基、4-オキサゾリル基、5-オキサゾリル基、2-オキサジアゾリル基、5-オキサジアゾリル基、3-フラザニル基、2-チエニル基、3-チエニル基、2-メチルピロール-1-イル基、2-メチルピロール-3-イル基、2-メチルピロール-4-イル基、2-メチルピロール-5-イル基、3-メチルピロール-1-イル基、3-メチルピロール-2-イル基、3-メチルピロール-4-イル基、3-メチルピロール-5-イル基、2-メチルピロール-4-イル基、3-(2-フェニルピロール)ピロール-1-イル基、2-メチル-1-インドリル基、4-メチル-1-インドリル基、2-メチル-3-インドリル基、4-メチル-3-インドリル基、2-t-ブチル-1-インドリル基、4-t-ブチル-1-インドリル基、2-t-ブチル-3-インドリル基、4-t-ブチル-3-インドリル基等が挙げられる。

【0021】

置換もしくは無置換の炭素数1~50のアルコキシカルボニル基は-COOZと表され、Zの例としてはメチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、n-ブチル基、s-ブチル基、イソブチル基、t-ブチル基、n-ペンチル基、n-ヘキシル基、n-ヘプチル基、n-オクタチル基、ヒドロキシメチル基、1-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシイソブチル基、1、2-ジヒドロキシエチル基、1、3-ジヒドロキシイソプロピル基、2、3-ジヒドロキシ-t-ブチル基、1、2、3-トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、1-クロロエチル基、2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1、2-ジクロロエチル基、1、3-ジクロロイソプロピル基、2、3-ジクロロ-t-ブチル基、1、2、3-トリクロロプロピル基、プロモメチル基、1-プロモエチル基、2-プロモエチル基、2-プロモイソブチル基、1、2-ジプロモエチル基、1、3-ジプロモイソブチル基、2、3-ジプロモ-t-ブチル基、1、2、3-トリプロモプロピル基、ヨードメチル基、1-ヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1、2-ジヨードエチル基、1、3-ジヨードイソプロピル基、2、3-ジヨード-t-ブチル基、1、2、3-トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1-アミノエチル基、2-アミノエチル基、2-アミノイソブチル基、1、2-ジアミノエチル基、1、3-ジアミノイソプロピル基、2、3-ジアミノ-t-ブチル基、1、2、3-トリアミノプロピル基、シアノメチル基、1-シアノエチル基、2-シアノ

10

20

30

40

50

エチル基、2-シアノイソブチル基、1、2-ジシアノエチル基、1、3-ジシアノイソブチル基、2、3-ジシアノ-*t*-ブチル基、1、2、3-トリシアノプロピル基、ニトロメチル基、1-ニトロエチル基、2-ニトロエチル基、2-ニトロイソブチル基、1、2-ジニトロエチル基、1、3-ジニトロイソプロピル基、2、3-ジニトロ-*t*-ブチル基、1、2、3-トリニトロプロピル基等が挙げられる。

【0022】

置換もしくは無置換の核原子数5～50のアリール基で置換されたアミノ基は-NPQと表わされ、P、Qの例としては、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-アントリル基、2-アントリル基、9-アントリル基、1-フェナントリル基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル基、4-フェナントリル基、9-フェナントリル基、1-ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、1-ビレニル基、2-ビレニル基、4-ビレニル基、2-ビフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、*p*-ターフェニル-4-イル基、*p*-ターフェニル-3-イル基、*p*-ターフェニル-2-イル基、*m*-ターフェニル-4-イル基、*m*-ターフェニル-3-イル基、*m*-ターフェニル-2-イル基、*o*-トリル基、*m*-トリル基、*p*-トリル基、*p*-*t*-ブチルフェニル基、*p*-(2-フェニルプロピル)フェニル基、3-メチル-2-ナフチル基、4-メチル-1-ナフチル基、4-メチル-1-アントリル基、4'-メチルビフェニルイル基、4"-*t*-ブチル-*p*-ターフェニル-4-イル基、2-ビロリル基、3-ビロリル基、ピラジニル基、2-ピラジニル基、3-ピラジニル基、4-ピラジニル基、2-インドリル基、3-インドリル基、4-インドリル基、5-インドリル基、6-インドリル基、7-インドリル基、1-イソインドリル基、3-イソインドリル基、4-イソインドリル基、5-イソインドリル基、6-イソインドリル基、7-イソインドリル基、2-ベンゾフラニル基、3-ベンゾフラニル基、3-ベンゾフラニル基、4-ベンゾフラニル基、5-ベンゾフラニル基、6-ベンゾフラニル基、7-ベンゾフラニル基、1-イソベンゾフラニル基、3-イソベンゾフラニル基、4-イソベンゾフラニル基、5-イソベンゾフラニル基、6-イソベンゾフラニル基、7-イソベンゾフラニル基、2-キノリル基、3-キノリル基、4-キノリル基、5-キノリル基、6-キノリル基、7-キノリル基、8-キノリル基、1-イソキノリル基、3-イソキノリル基、4-イソキノリル基、5-イソキノリル基、6-イソキノリル基、7-イソキノリル基、8-イソキノリル基、2-キノキシリル基、5-キノキシリル基、6-キノキシリル基、1-カルバゾリル基、2-カルバゾリル基、3-カルバゾリル基、4-カルバゾリル基、1-フェナンスリジニル基、2-フェナンスリジニル基、3-フェナンスリジニル基、4-フェナンスリジニル基、6-フェナンスリジニル基、7-フェナンスリジニル基、8-フェナンスリジニル基、9-フェナンスリジニル基、10-フェナンスリジニル基、1-アクリジニル基、2-アクリジニル基、3-アクリジニル基、4-アクリジニル基、9-アクリジニル基、1、7-フェナンスロリン-2-イル基、1、7-フェナンスロリン-3-イル基、1、7-フェナンスロリン-4-イル基、1、7-フェナンスロリン-5-イル基、1、7-フェナンスロリン-6-イル基、1、7-フェナンスロリン-8-イル基、1、7-フェナンスロリン-9-イル基、1、7-フェナンスロリン-10-イル基、1、8-フェナンスロリン-2-イル基、1、8-フェナンスロリン-3-イル基、1、8-フェナンスロリン-4-イル基、1、8-フェナンスロリン-5-イル基、1、8-フェナンスロリン-6-イル基、1、8-フェナンスロリン-7-イル基、1、8-フェナンスロリン-9-イル基、1、8-フェナンスロリン-10-イル基、1、9-フェナンスロリン-2-イル基、1、9-フェナンスロリン-3-イル基、1、9-フェナンスロリン-4-イル基、1、9-フェナンスロリン-5-イル基、1、9-フェナンスロリン-6-イル基、1、9-フェナンスロリン-7-イル基、1、9-フェナンスロリン-8-イル基、1、9-フェナンスロリン-10-イル基、1、10-フェナンスロリン-2-イル基、1、10-フェナンスロリン-3-イル基、1、10-フェナンスロリン-4-イル基、1、10-フェナンスロリン-5-イル基、2、9-フェナンスロリン-1-イル基、2、9-フェナンスロリン-3-イル基、2、9-フェナンスロリン-4-イ

10

20

30

40

50

ル基、2、9-フェナンスロリン-5-イル基、2、9-フェナンスロリン-6-イル基、2、9-フェナンスロリン-7-イル基、2、9-フェナンスロリン-8-イル基、2、9-フェナンスロリン-10-イル基、2、8-フェナンスロリン-1-イル基、2、8-フェナンスロリン-3-イル基、2、8-フェナンスロリン-4-イル基、2、8-フェナンスロリン-5-イル基、2、8-フェナンスロリン-6-イル基、2、8-フェナンスロリン-7-イル基、2、8-フェナンスロリン-9-イル基、2、8-フェナンスロリン-10-イル基、2、7-フェナンスロリン-1-イル基、2、7-フェナンスロリン-3-イル基、2、7-フェナンスロリン-4-イル基、2、7-フェナンスロリン-5-イル基、2、7-フェナンスロリン-6-イル基、2、7-フェナンスロリン-8-イル基、2、7-フェナンスロリン-9-イル基、2、7-フェナンスロリン-10-イル基、1-フェナジニル基、2-フェナジニル基、1-フェノチアジニル基、2-フェノチアジニル基、3-フェノチアジニル基、4-フェノチアジニル基、1-フェノキサジニル基、2-フェノキサジニル基、3-フェノキサジニル基、4-フェノキサジニル基、2-オキサゾリル基、4-オキサゾリル基、5-オキサゾリル基、2-オキサジアゾリル基、5-オキサジアゾリル基、3-フラザニル基、2-チエニル基、3-チエニル基、2-メチルピロール-1-イル基、2-メチルピロール-3-イル基、2-メチルピロール-4-イル基、2-メチルピロール-5-イル基、3-メチルピロール-1-イル基、3-メチルピロール-2-イル基、3-メチルピロール-4-イル基、3-メチルピロール-5-イル基、2-t-ブチルピロール-4-イル基、3-(2-フェニルプロピル)ピロール-1-イル基、2-メチル-1-インドリル基、4-メチル-1-インドリル基、2-メチル-3-インドリル基、4-メチル-3-インドリル基、2-t-ブチル-1-インドリル基、4-t-ブチル-1-インドリル基、2-t-ブチル-3-インドリル基、4-t-ブチル-3-インドリル基等が挙げられる。P、Qはそれぞれ同一であっても異なっても良い。

【0023】

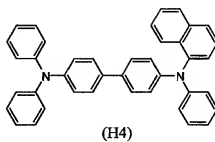
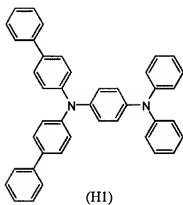
前記置換基は、置換基同士で環を形成していてもよく、環を形成する2価基の例としては、テトラメチレン基、ペンタメチレン基、ヘキサメチレン基、ジフェニルメタン-2、2'-ジイル基、ジフェニルエタン-3、3'-ジイル基、ジフェニルプロパン-4、4'-ジイル基等が挙げられる。

ハロゲン原子としては、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素が挙げられる。

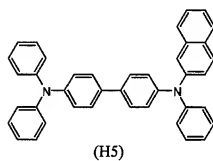
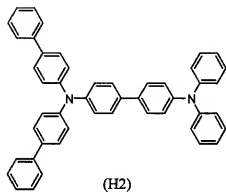
【0024】

本発明の一般式(1)で表される芳香族アミン誘導体の具体例を以下に示すが、これら例示化合物に限定されるものではない。なお、Meはメチル基、iPrはイソプロピル基を示す。

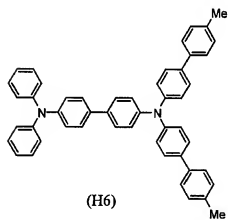
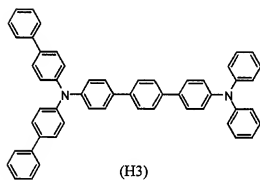
【化7】



10



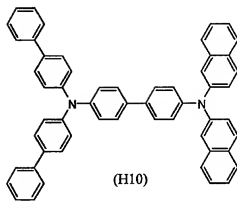
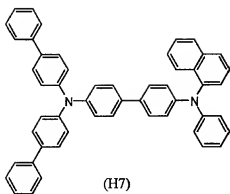
20



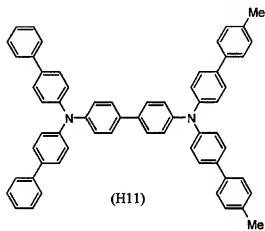
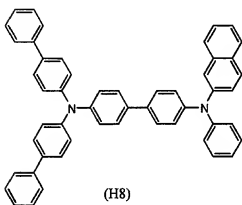
30

【 0 0 2 5 】

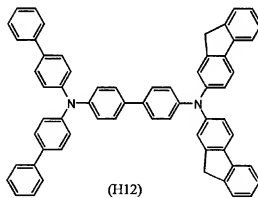
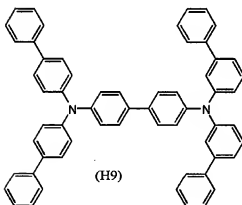
【 化 8 】



10



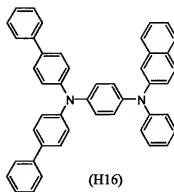
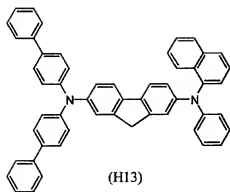
20



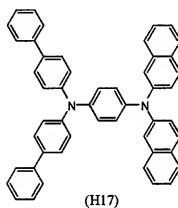
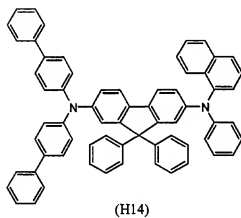
30

【 0 0 2 6 】
【 化 9 】

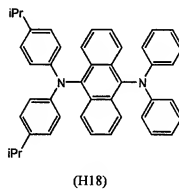
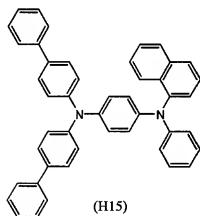
40



10



20

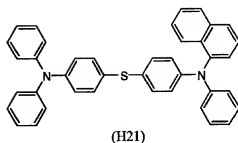
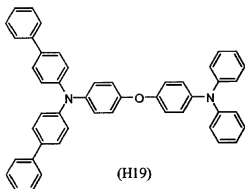


30

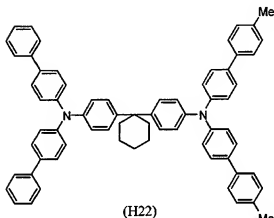
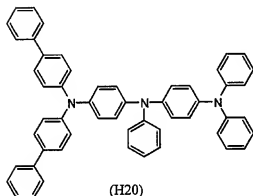
【 0 0 2 7 】

【 化 1 0 】

40



10



20

【 0 0 2 8 】

次に、本発明の有機EL素子について説明する。

本発明の有機EL素子は、陰極と陽極間に少なくとも発光層を含む一層又は複数層からなる有機薄膜層が挟持されている有機EL素子において、該有機薄膜層の少なくとも1層が、前記芳香族アミン誘導体を単独もしくは混合物の成分として含有する。

本発明の有機EL素子は、前記有機薄膜層が正孔輸送帯域を有し、該正孔輸送帯域が、本発明の芳香族アミン誘導体を単独もしくは混合物の成分として含有すると好ましく、また、前記有機薄膜層が正孔輸送層を有し、該正孔輸送層が、本発明の芳香族アミン誘導体を単独もしくは混合物の成分として含有するとさらに好ましい。さらに、前記正孔輸送層が、主成分として本発明の芳香族アミン誘導体を含有すると好ましい。

30

【 0 0 2 9 】

以下、本発明の有機EL素子の素子構成について説明する。

(1) 有機EL素子の構成

本発明の有機EL素子の代表的な素子構成としては、

- (1) 陽極／発光層／陰極
- (2) 陽極／正孔注入層／発光層／陰極
- (3) 陽極／発光層／電子注入層／陰極
- (4) 陽極／正孔注入層／発光層／電子注入層／陰極
- (5) 陽極／有機半導体層／発光層／陰極
- (6) 陽極／有機半導体層／電子障壁層／発光層／陰極
- (7) 陽極／有機半導体層／発光層／付着改善層／陰極
- (8) 陽極／正孔注入層／正孔輸送層／発光層／電子注入層／陰極
- (9) 陽極／絶縁層／発光層／絶縁層／陰極
- (10) 陽極／無機半導体層／絶縁層／発光層／絶縁層／陰極
- (11) 陽極／有機半導体層／絶縁層／発光層／絶縁層／陰極
- (12) 陽極／絶縁層／正孔注入層／正孔輸送層／発光層／絶縁層／陰極

40

50

(13) 陽極／絶縁層／正孔注入層／正孔輸送層／発光層／電子注入層／陰極

などの構造を挙げることができる。

これらの中で通常(8)の構成が好ましく用いられるが、これらに限定されるものではない。

本発明の芳香族アミン誘導体は、有機EL素子のどの有機薄膜層に用いてもよいが、発光帯域又は正孔輸送帯域に用いることができ、好ましくは正孔輸送帯域、特に好ましくは正孔輸送層に用いることにより、分子が結晶化しにくく、有機EL素子を製造する際の歩留りが向上する。

本発明の芳香族アミン誘導体を、有機薄膜層に含有させる量としては、30～100モル％が好ましい。

10

【0030】

(2) 透光性基板

本発明の有機EL素子は、透光性の基板上に作製する。ここでいう透光性基板は有機EL素子を支持する基板であり、400～700nmの可視領域の光の透過率が50％以上で平滑な基板が好ましい。

具体的には、ガラス板、ポリマー板等が挙げられる。ガラス板としては、特にソーダ石灰ガラス、バリウム・ストロンチウム含有ガラス、鉛ガラス、アルミノケイ酸ガラス、ホウケイ酸ガラス、バリウムホウケイ酸ガラス、石英等が挙げられる。またポリマー板としては、ポリカーボネート、アクリル、ポリエチレンテレフタレート、ポリエーテルサルファイド、ポリサルフォン等を挙げることができる。

20

【0031】

(3) 陽極

本発明の有機EL素子の陽極は、正孔を正孔輸送層又は発光層に注入する機能を有するものであり、4.5eV以上の仕事関数を有することが効果的である。本発明に用いられる陽極材料の具体例としては、酸化インジウム錫合金(ITO)、酸化錫(NESA)、金、銀、白金、銅等が挙げられる。

陽極は、これらの電極物質を蒸着法やスパッタリング法等の方法で薄膜を形成させることにより作製することができる。

このように発光層からの発光を陽極から取り出す場合、陽極の発光に対する透過率が10％より大きくすることが好ましい。また、陽極のシート抵抗は、数百Ω/□以下が好ましい。陽極の膜厚は材料にもよるが、通常10nm～1μm、好ましくは10～200nmの範囲で選択される。

30

【0032】

(4) 発光層

有機EL素子の発光層は以下▲1▼～▲3▼の機能を併せ持つものである。

▲1▼注入機能；電界印加時に陽極又は正孔注入層より正孔を注入することができ、陰極又は電子注入層より電子を注入することができる機能

▲2▼輸送機能；注入した電荷(電子と正孔)を電界の力で移動させる機能

▲3▼発光機能；電子と正孔の再結合の場を提供し、これを発光につなげる機能

ただし、正孔の注入されやすさと電子の注入されやすさに違いがあってもよく、また、正孔と電子の移動度で表される輸送能に大小があってもよいが、どちらか一方の電荷を移動することが好ましい。

40

この発光層を形成する方法としては、例えば蒸着法、スピンコート法、LB法等の公知の方法を適用することができる。発光層は、特に分子堆積膜であることが好ましい。ここで分子堆積膜とは、気相状態の材料化合物から沈着され形成された薄膜や、溶液状態又は液相状態の材料化合物から固体化され形成された膜のことであり、通常この分子堆積膜は、LB法により形成された薄膜(分子累積膜)とは凝集構造、高次構造の相違や、それに起因する機能的な相違により区分することができる。

また、特開昭57-51781号公報に開示されているように、樹脂等の結着剤と材料化合物とを溶剤に溶かして溶液とした後、これをスピンコート法等により薄膜化することに

50

よっても、発光層を形成することができる。

本発明においては、本発明の目的が損なわれない範囲で、所望により発光層に本発明の芳香族アミン誘導体からなる発光材料以外の他の公知の発光材料を含有させてもよく、また、本発明の芳香族アミン誘導体からなる発光材料を含む発光層に、他の公知の発光材料を含む発光層を積層してもよい。

【0033】

(5) 正孔注入・輸送層 (正孔輸送帯域)

正孔注入・輸送層は発光層への正孔注入を助け、発光領域まで輸送する層であって、正孔移動度が大きく、イオン化エネルギーが通常 5.5 eV 以下と小さい。このような正孔注入・輸送層としては、より低い電界強度で正孔を発光層に輸送する材料が好ましく、さらに正孔の移動度が、例えば $10^4 \sim 10^6 \text{ V/cm}$ の電界印加時に、少なくとも $10^{-4} \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{秒}$ であれば好ましい。

本発明の芳香族アミン誘導体を正孔輸送帯域に用いる場合、本発明の芳香族アミン誘導体単独で正孔注入・輸送層を形成してもよく、他の材料と混合して用いてもよい。

本発明の芳香族アミン誘導体と混合して正孔注入・輸送層を形成する材料としては、前記の好ましい性質を有するものであれば特に制限はなく、従来、光導伝材料において正孔の電荷輸送材料として慣用されているものや、有機EL素子の正孔注入層に使用される公知のものの中から任意のものを選択して用いることができる。

【0034】

具体例としては、トリアゾール誘導体 (米国特許3, 112, 197号明細書等参照)、
 オキサジアゾール誘導体 (米国特許3, 189, 447号明細書等参照)、イミダゾール
 誘導体 (特公昭37-16096号公報等参照)、ポリアリールアルカン誘導体 (米国特
 許3, 615, 402号明細書、同第3, 820, 989号明細書、同第3, 542, 544号明細書、特公昭45-5555号公報、同51-10983号公報、特開昭51-9
 3224号公報、同55-17105号公報、同56-4148号公報、同55-108
 667号公報、同55-156953号公報、同56-36656号公報等参照)、
 ピラゾリン誘導体及びピラズロン誘導体 (米国特許第3, 180, 729号明細書、同第
 4, 278, 746号明細書、特開昭55-88064号公報、同55-88065号公
 報、同49-105537号公報、同55-51086号公報、同56-80051号公
 報、同56-88141号公報、同57-45545号公報、同54-112637号公
 報、同55-74546号公報等参照)、フェニレンジアミン誘導体 (米国特許第3, 6
 15, 404号明細書、特公昭51-10105号公報、同46-3712号公報、同4
 7-25336号公報、特開昭54-53435号公報、同54-110536号公報、
 同54-119925号公報等参照)、アリールアミン誘導体 (米国特許第3, 567,
 450号明細書、同第3, 180, 703号明細書、同第3, 240, 597号明細書、
 同第3, 658, 520号明細書、同第4, 232, 103号明細書、同第4, 175,
 961号明細書、同第4, 012, 376号明細書、特公昭49-35702号公報、同
 39-27577号公報、特開昭55-144250号公報、同56-119132号公
 報、同56-22437号公報、西独特許第1, 110, 518号明細書等参照)、アミ
 ノ置換カルコン誘導体 (米国特許第3, 526, 501号明細書等参照)、オキサゾール
 誘導体 (米国特許第3, 257, 203号明細書等に開示のもの)、スチリルアントラセ
 ン誘導体 (特開昭56-46234号公報等参照)、フルオレン誘導体 (特開昭54-
 110837号公報等参照)、ヒドラゾン誘導体 (米国特許第3, 717, 462号明細
 書、特開昭54-59143号公報、同55-52063号公報、同55-52064号
 公報、同55-46760号公報、同55-85495号公報、同57-11350号公
 報、同57-148749号公報、特開平2-311591号公報等参照)、スチルベン
 誘導体 (特開昭61-210363号公報、同第61-228451号公報、同61-1
 4642号公報、同61-72255号公報、同62-47646号公報、同62-36
 674号公報、同62-10652号公報、同62-30255号公報、同60-934
 55号公報、同60-94462号公報、同60-174749号公報、同60-175

052号公報等参照)、シラザン誘導体(米国特許第4,950,950号明細書)、ポリシラン系(特開平2-204996号公報)、アニリン系共重合体(特開平2-282263号公報)、特開平1-211399号公報に開示されている導電性高分子オリゴマー(特にチオフェンオリゴマー)等を挙げることができる。

【0035】

正孔注入層の材料としては上記のものを使用することができるが、ポルフィリン化合物(特開昭63-2956965号公報等に開示のもの)、芳香族第三級アミン化合物及びスチルバミン化合物(米国特許第4,127,412号明細書、特開昭53-27033号公報、同54-58445号公報、同54-149634号公報、同54-64299号公報、同55-79450号公報、同55-144250号公報、同56-119132号公報、同61-295558号公報、同61-98353号公報、同63-295695号公報等参照)、特に芳香族第三級アミン化合物を用いることが好ましい。

また、米国特許第5,061,569号に記載されている2個の縮合芳香族環を分子内に有する、例えば、4,4'-ビス(N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ)ピフェニル(以下NPDと略記する)、また特開平4-308688号公報に記載されているトリフェニルアミンユニットが3つスターバースト型に連結された4,4',4"-トリス(N-(3-メチルフェニル)-N-フェニルアミノ)トリフェニルアミン(以下MTD ATAと略記する)等を挙げることができる。

さらに、発光層の材料として示した前述の芳香族ジメチリジン系化合物の他、p型Si、p型SiC等の無機化合物も正孔注入層の材料として使用することができる。

【0036】

正孔注入・輸送層は本発明の芳香族アミン誘導体を、例えば、真空蒸着法、スピンコート法、キャスト法、LB法等の公知の方法により薄膜化することにより形成することができる。正孔注入・輸送層としての膜厚は特に制限はないが、通常は5nm~5μmである。この正孔注入・輸送層は、正孔輸送帯域に本発明の芳香族アミン誘導体を含有していれば、上述した材料の一種又は二種以上からなる一層で構成されてもよく、前記正孔注入・輸送層とは別種の化合物からなる正孔注入・輸送層を積層したものであってもよい。

また、発光層への正孔注入又は電子注入を助ける層として有機半導体層を設けてもよく、 10^{-10} S/cm以上の導電率を有するものが好適である。このような有機半導体層の材料としては、含チオフェンオリゴマーや特開平8-193191号公報に開示してある含アリールアミンオリゴマー等の導電性オリゴマー、含アリールアミン dendrimer等の導電性 dendrimer等を用いることができる。

【0037】

(6) 電子注入層

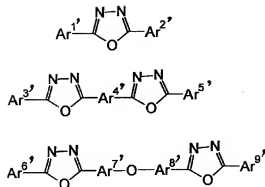
電子注入層・輸送層は、発光層への電子の注入を助け、発光領域まで輸送する層であって、電子移動度が大きく、また、付着改善層は、この電子注入層の中で特に陰極との付着性がよい材料からなる層である。電子注入層に用いられる材料としては、8-ヒドロキシキノリン又はその誘導体の金属錯体が好適である。

この8-ヒドロキシキノリン又はその誘導体の金属錯体の具体例としては、オキシシン(一般に8-キノリノール又は8-ヒドロキシキノリン)のキレートを含む金属キレートオキシノイド化合物が挙げられ、例えばトリス(8-キノリノール)アルミニウム(Alq)を電子注入材料として用いることができる。

また、オキサジアゾール誘導体としては、以下の一般式で表される電子伝達化合物が挙げられる。

【0038】

【化11】



10

(式中 $Ar^{1'}$, $Ar^{2'}$, $Ar^{3'}$, $Ar^{5'}$, $Ar^{6'}$, $Ar^{9'}$ はそれぞれ置換もしくは無置換のアリール基を示し、それぞれ互いに同一であっても異なってもよい。また、 $Ar^{4'}$, $Ar^{7'}$, $Ar^{8'}$ は置換もしくは無置換のアリーレン基を示し、それぞれ同一であっても異なってもよい)

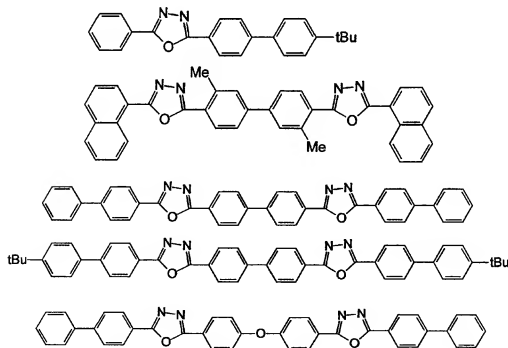
【0039】

ここでアリール基としては、フェニル基、ビフェニル基、アントラニル基、ペリレニル基、ビレニル基が挙げられ、アリーレン基としては、フェニレン基、ナフチレン基、ビフェニレン基、アントラニレン基、ペリレニレン基、ビレニレン基などが挙げられる。また、置換基としては炭素数1~10のアルキル基、炭素数1~10のアルコキシ基又はシアノ基等が挙げられる。この電子伝達化合物は薄膜形成性のものが好ましい。

20

【0040】

【化12】



30

40

【0041】

また、本発明の有機EL素子は、電子を輸送する領域又は陰極と有機薄膜層の界面領域に、還元性ドーパントを含有していてもよい。ここで、還元性ドーパントとは、電子輸送性化合物を還元ができる物質と定義される。したがって、一定の還元性を有するものであれば、様々なものが用いられ、例えば、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属、ア

50

ルカリ金属の酸化物、アルカリ金属のハロゲン化物、アルカリ土類金属の酸化物、アルカリ土類金属のハロゲン化物、希土類金属の酸化物又は希土類金属のハロゲン化物、アルカリ金属の有機錯体、アルカリ土類金属の有機錯体、希土類金属の有機錯体からなる群から選択される少なくとも一つの物質を好適に使用することができる。

【0042】

好ましい還元性ドーパントの具体例としては、Na（仕事関数：2.36 eV）、K（仕事関数：2.28 eV）、Rb（仕事関数：2.16 eV）及びCs（仕事関数：1.95 eV）からなる群から選択される少なくとも一つのアルカリ金属や、Ca（仕事関数：2.9 eV）、Sr（仕事関数：2.0～2.5 eV）、及びBa（仕事関数：2.52 eV）からなる群から選択される少なくとも一つのアルカリ土類金属が挙げられる仕事関数が2.9 eV以下のものが特に好ましい。これらのうち、より好ましい還元性ドーパントは、K、Rb及びCsからなる群から選択される少なくとも一つのアルカリ金属であり、さらに好ましくは、Rb又はCsであり、最も好ましいのはCsである。これらのアルカリ金属は、特に還元能力が高く、電子注入域への比較的少量の添加により、有機EL素子における発光輝度の向上や長寿命化が図られる。また、仕事関数が2.9 eV以下の還元性ドーパントとして、これら2種以上のアルカリ金属の組み合わせも好ましく、特に、Csを含んだ組み合わせ、例えば、CsとNa、CsとK、CsとRb又はCsとNaとKとの組み合わせであることが好ましい。Csを組み合わせることで、還元能力を効率的に発揮することができ、電子注入域への添加により、有機EL素子における発光輝度の向上や長寿命化が図られる。

【0043】

本発明の有機EL素子は、陰極と有機層の間に絶縁体や半導体で構成される電子注入層をさらに設けてもよい。これにより、電流のリークを有効に防止して、電子注入性を向上させることができる。このような絶縁体としては、アルカリ金属カルコゲナイド、アルカリ土類金属カルコゲナイド、アルカリ金属のハロゲン化物及びアルカリ土類金属のハロゲン化物からなる群から選択される少なくとも一つの金属化合物を使用するのが好ましい。電子注入層がこれらのアルカリ金属カルコゲナイド等で構成されていれば、電子注入性をさらに向上させることができるため好ましい。具体的に、好ましいアルカリ金属カルコゲナイドとしては、例えば、 Li_2O 、 LiO 、 Na_2S 、 Na_2Se 及び NaO が挙げられ、好ましいアルカリ土類金属カルコゲナイドとしては、例えば、 CaO 、 BaO 、 SrO 、 BeO 、 BaS 及び $CaSe$ が挙げられる。また、好ましいアルカリ金属のハロゲン化物としては、例えば、 LiF 、 NaF 、 KF 、 $LiCl$ 、 KCl 及び $NaCl$ 等が挙げられる。また、好ましいアルカリ土類金属のハロゲン化物としては、例えば、 CaF_2 、 BaF_2 、 SrF_2 、 MgF_2 及び BeF_2 といったフッ化物や、フッ化物以外のハロゲン化物が挙げられる。

【0044】

また、電子輸送層を構成する半導体としては、Ba、Ca、Sr、Yb、Al、Ga、In、Li、Na、Cd、Mg、Si、Ta、Sb及びZnの少なくとも一つの元素を含む酸化物、窒化物又は酸化窒化物等の一種単独又は二種以上の組み合わせが挙げられる。また、電子輸送層を構成する無機化合物が、微結晶又は非晶質の絶縁性薄膜であることが好ましい。電子輸送層がこれらの絶縁性薄膜で構成されていれば、より均質な薄膜が形成されるために、ダークスポット等の画素欠陥を減少させることができる。なお、このような無機化合物としては、上述したアルカリ金属カルコゲナイド、アルカリ土類金属カルコゲナイド、アルカリ金属のハロゲン化物及びアルカリ土類金属のハロゲン化物等が挙げられる。

【0045】

(7) 陰極

陰極としては、電子輸送層又は発光層に電子を注入するため、仕事関数の小さい（4 eV以下）金属、合金、電気伝導性化合物及びこれらの混合物を電極物質とするものが用いられる。このような電極物質の具体例としては、ナトリウム、ナトリウム・カリウム合金、

10

20

30

40

50

マグネシウム、リチウム、マグネシウム・銀合金、アルミニウム／酸化アルミニウム、アルミニウム・リチウム合金、インジウム、希土類金属などが挙げられる。

この陰極はこれらの電極物質を蒸着やスパッタリング等の方法により薄膜を形成させることにより、作製することができる。

ここで発光層からの発光を陰極から取り出す場合、陰極の発光に対する透過率は10%より大きくすることが好ましい。

また、陰極としてのシート抵抗は数百 Ω /□以下が好ましく、膜厚は通常10nm～1 μ m、好ましくは50～200nmである。

【0046】

(8) 絶縁層

有機EL素子は超薄膜に電界を印可するために、リークやショートによる画素欠陥が生じやすい。これを防止するために、一対の電極間に絶縁性の薄膜層を挿入することが好ましい。

絶縁層に用いられる材料としては例えば酸化アルミニウム、弗化リチウム、酸化リチウム、弗化セシウム、酸化セシウム、酸化マグネシウム、弗化マグネシウム、酸化カルシウム、弗化カルシウム、窒化アルミニウム、酸化チタン、酸化珪素、酸化ゲルマニウム、窒化珪素、窒化ホウ素、酸化モリブデン、酸化ルテニウム、酸化バナジウム等が挙げられ、これらの混合物や積層物を用いてもよい。

【0047】

(9) 有機EL素子の製造方法

以上例示した材料及び形成方法により陽極、発光層、必要に応じて正孔注入・輸送層、及び必要に応じて電子注入・輸送層を形成し、さらに陰極を形成することにより有機EL素子を作製することができる。また陰極から陽極へ、前記と逆の順序で有機EL素子を作製することもできる。

以下、透光性基板上に陽極／正孔注入層／発光層／電子注入層／陰極が順次設けられた構成の有機EL素子の作製例を記載する。

まず、適当な透光性基板上に陽極材料からなる薄膜を1 μ m以下、好ましくは10～200nmの範囲の膜厚になるように蒸着やスパッタリング等の方法により形成して陽極を作製する。次に、この陽極上に正孔注入層を設ける。正孔注入層の形成は、前述したように真空蒸着法、スピコート法、キャスト法、LB法等の方法により行うことができるが、均質な膜が得られやすく、かつピンホールが発生しにくい等の点から真空蒸着法により形成することが好ましい。真空蒸着法により正孔注入層を形成する場合、その蒸着条件は使用する化合物（正孔注入層の材料）、目的とする正孔注入層の結晶構造や再結合構造等により異なるが、一般に蒸着源温度50～450℃、真空度 10^{-7} ～ 10^{-9} torr、蒸着速度0.01～50nm/秒、基板温度-50～300℃、膜厚5nm～5 μ mの範囲で適宜選択することが好ましい。

【0048】

次に、正孔注入層上に発光層を設ける発光層の形成も、所望の有機発光材料を用いて真空蒸着法、スパッタリング、スピコート法、キャスト法等の方法により有機発光材料を薄膜化することにより形成できるが、均質な膜が得られやすく、かつピンホールが発生しにくい等の点から真空蒸着法により形成することが好ましい。真空蒸着法により発光層を形成する場合、その蒸着条件は使用する化合物により異なるが、一般的に正孔注入層と同じような条件範囲の中から選択することができる。

次に、この発光層上に電子注入層を設ける。正孔注入層、発光層と同様、均質な膜を得る必要から真空蒸着法により形成することが好ましい。蒸着条件は正孔注入層、発光層と同様の条件範囲から選択することができる。

本発明の芳香族アミン誘導体は、発光帯域や正孔輸送帯域のいずれの層に含有させるかによって異なるが、真空蒸着法を用いる場合は他の材料との共蒸着をすることができる。また、スピコート法を用いる場合は、他の材料と混合することによって含有させることができる。

10

20

30

40

50

最後に陰極を積層して有機ＥＬ素子を得ることができる。

陰極は金属から構成されるもので、蒸着法、スパッタリングを用いることができる。しかし下地の有機物層を製膜時の損傷から守るためには真空蒸着法が好ましい。

この有機ＥＬ素子の作製は一回の真空引きで一貫して陽極から陰極まで作製することが好ましい。

【００４９】

本発明の有機ＥＬ素子の各層の形成方法は特に限定されない。従来公知の真空蒸着法、スピンコーティング法等による形成方法を用いることができる。本発明の有機ＥＬ素子に用いる、前記一般式（１）で示される化合物を含有する有機薄膜層は、真空蒸着法、分子線蒸着法（ＭＢＥ法）あるいは溶媒に解かした溶液のディッピング法、スピンコーティング法、キャストリング法、バーコート法、ロールコート法等の塗布法による公知の方法で形成することができる。

本発明の有機ＥＬ素子の各有機層の膜厚は特に制限されないが、一般に膜厚が薄すぎるとピンホール等の欠陥が生じやすく、逆に厚すぎると高い印加電圧が必要となり効率が悪くなるため、通常は数ｎｍから１μｍの範囲が好ましい。

なお、有機ＥＬ素子に直流電圧を印加する場合、陽極を＋、陰極を－の極性にして、５～４０Ｖの電圧を印加すると発光が観測できる。また、逆の極性で電圧を印加しても電流は流れず、発光は全く生じない。さらに交流電圧を印加した場合には陽極が＋、陰極が－の極性になった時のみ均一な発光が観測される。印加する交流の波形は任意でよい。

【００５０】

【実施例】

次に、本発明を実施例によりさらに詳細に説明するが、本発明は、これらの例によってなかに限定されるものではない。

実施例１（Ｎ，Ｎ－ジフェニル－１－アミノ－Ｎ，Ｎ－ジ－ｐ－ピフェニル－４－アミノベンゼン（Ｈ１）の合成）

（１）ジ－４－ピフェニルアミンの合成

１００ミリリットルの三つ口フラスコに４－ブロモピフェニル１０．０ｇ（東京化成社製）、ｔ－ブトキシナトリウム４．３２ｇ（和光純薬社製）、酢酸パラジウム４２ｍｇ（和光純薬社製）を入れた。さらに攪拌子を入れ、フラスコの両側にラバーキャップをセットし、中央の口に還流用蛇管、その上に三方コックとアルゴンガスを封入した風船をセットし、系内を真空ポンプを用いて３回、風船内のアルゴンガスで置換した。

次に、脱水トルエン６０ミリリットル（和光純薬社製）、ベンジルアミン２．０４ミリリットル（東京化成社製）、トリス－ｔ－ブチルホスフィン１６９μリットル（アルドリッチ社製、２．２ｍｏｌ／リットルトルエン溶液）をシリンジでラパーセプタムを通して加え、５分間室温で攪拌した。

次にフラスコをオイルバスにセットし、溶液を攪拌しながら徐々に１２０℃まで昇温した。７時間後、オイルバスからフラスコを外し反応を終了させ、アルゴン雰囲気下、１２時間放置した。

反応溶液を分液ロートに移し、ジクロロメタン３００ミリリットルを加えて沈殿物を溶解させ、飽和食塩水６０ミリリットルで洗浄後、有機層を無水炭酸カリウムで乾燥した。炭酸カリウムを濾別して得られた有機層の溶媒を留去し、得られた残渣にトルエン２００ミリリットル、エタノール４０ミリリットルを加え、乾燥管を付けて８０℃に加熱し、残渣を完全に溶解した。その後１２時間放置し、室温まで除冷することにより再結晶化させた。

析出した結晶を濾別し、６０℃で真空乾燥することにより６．７３ｇのＮ，Ｎ－ジ（４－ピフェニル）－ベンジルアミンを得た。

３００ミリリットルの一口フラスコに、１．３５ｇのＮ，Ｎ－ジ（４－ピフェニル）－ベンジルアミン、パラジウム－活性炭素１３５ｍｇ（和光純薬社製、パラジウム含有量１０重量％）を入れ、クロロホルム１００ミリリットル、エタノール２０ミリリットルを加えて溶解した。

10

20

30

40

50

次に、フラスコに攪拌子を入れた後、水素ガス 2 リットルが充填された風船を装着した三方コックをフラスコに取り付け、真空ポンプを用いてフラスコ系内を水素ガスで 10 回置換した。減った水素ガスを新たに充填し、水素ガスの容積を再び 2 リットルにした後、室温で激しく溶液を攪拌した。30 時間攪拌後、ジクロロメタン 100 ミリリットルを加え、触媒を濾別した。

次に、得られた溶液を分液ロートに移し、炭酸水素ナトリウム飽和水溶液 50 ミリリットルで洗浄後、有機層を分別し、無水炭酸カリウムで乾燥した。濾過後、溶媒を留去し、得られた残渣にトルエン 50 ミリリットルを加え、再結晶化させた。析出した結晶を濾別し、50℃で真空乾燥することにより 0.99 g のジ-4-ビフェニルアミンを得た。

【0051】

10

(2) 4-プロモ-N, N'-ジビフェニルアミンの合成

アルゴン気流下、上記(1)で得られたジ-4-ビフェニルアミン 10 g、1, 4-ジプロモベンゼン 7.3 g (東京化成社製)、t-ブトキシナトリウム 3 g (広島和光社製)、ビス(トリフェニルホスフィン)塩化パラジウム (II) 0.5 g (東京化成社製) 及びキシレン 500 ミリリットルを入れ、130℃にて 24 時間反応した。

冷却後、水 1000 ミリリットルを加え、混合物をセライト濾過し、濾液をトルエンで抽出し、無水硫酸マグネシウムで乾燥させた。これを減圧下で濃縮し、得られた粗生成物をカラム精製し、トルエンで再結晶し、それを濾取した後、乾燥したところ、8.1 g の 4-プロモ-N, N'-ジビフェニルアミンが得られた。

【0052】

20

(3) 化合物(H1)の合成

アルゴン気流下、上記(2)で得られた 4-プロモ-N, N'-ジビフェニルアミン 2 g、N, N'-ジフェニルアミン 1 g (東京化成社製)、t-ブトキシナトリウム 0.5 g (広島和光社製)、ビス(トリフェニルホスフィン)塩化パラジウム (II) 0.1 g (東京化成社製) 及びキシレン 300 ミリリットルを入れ、130℃にて 24 時間反応した。

冷却後、水 500 ミリリットルを加え、混合物をセライト濾過し、濾液をトルエンで抽出し、無水硫酸マグネシウムで乾燥させた。これを減圧下で濃縮し、得られた粗生成物をカラム精製し、トルエンで再結晶し、それを濾取した後、乾燥したところ、1.6 g の淡黄色粉末が得られた。

30

得られた粉末について、FD-MS (フィールドディソープションマスマスペクトル) 分析により、 $C_{42}H_{32}N_2 = 564$ に対し、 $m/z = 564$ の主ピークが得られたので、N, N'-ジフェニル-1-アミノ-N, N'-ジビフェニル-4-アミノベンゼン(H1)と同定した。

【0053】

実施例 2 (N, N'-ジフェニル-4-アミノ-N', N'-ジビフェニル-4'-アミノ-1, 1'-ビフェニル(H2)の合成)

(1) 4'-プロモ-N, N'-ジビフェニル-4-アミノ-1, 1'-ビフェニルの合成

アルゴン気流下、実施例 1 の(1)で得られたジ-4-ビフェニルアミン 10 g (東京化成)、4, 4'-ジプロモビフェニル 9.7 g (東京化成社製)、t-ブトキシナトリウム 3 g (広島和光社製)、ビス(トリフェニルホスフィン)塩化パラジウム (II) 0.5 g (東京化成社製) 及びキシレン 500 ミリリットルを入れ、130℃にて 24 時間反応した。

40

冷却後、水 1000 ミリリットルを加え、混合物をセライト濾過し、濾液をトルエンで抽出し、無水硫酸マグネシウムで乾燥させた。これを減圧下で濃縮し、得られた粗生成物をカラム精製し、トルエンで再結晶し、それを濾取した後、乾燥したところ、9.1 g の 4'-プロモ-N, N'-ジビフェニル-4-アミノ-1, 1'-ビフェニルが得られた。

【0054】

50

(2) 化合物 (H2) の合成

アルゴン気流下、上記 (1) で得られた 4'-ブロモ-N, N'-ジ-ビフェニル-4-アミノ-1, 1'-ビフェニル 2.3 g、N, N'-ジフェニルアミン 1 g (東京化成社製)、t-ブトキシナトリウム 0.5 g (広島和光社製)、ビス(トリフェニルホスフィン)塩化パラジウム (II) 0.1 g (東京化成社製) 及びキシレン 300 ミリリットルを入れ、130℃にて24時間反応した。

冷却後、水 500 ミリリットルを加え、混合物をセライト濾過し、濾液をトルエンで抽出し、無水硫酸マグネシウムで乾燥させた。これを減圧下で濃縮し、得られた粗生成物をカラム精製し、トルエンで再結晶し、それを濾取した後、乾燥したところ、1.6 g の淡黄色粉末が得られた。

得られた粉末について、FD-MS 分析により、 $C_{48}H_{36}N_2 = 640$ に対し、 $m/z = 640$ の主ピークが得られたので、N, N'-ジフェニル-4-アミノ-N', N'-ジ-ビフェニル-4'-アミノ-1, 1'-ビフェニル (H2) と同定した。

【0055】

実施例 3 (N, N'-ジフェニル-4-アミノ-N", N"-ジ-ビフェニル-4"-アミノ-p-ターフェニル (H3) の合成)

(1) 4"-ブロモ-N, N'-ジ-ビフェニル-4-アミノ-p-ターフェニルの合成
アルゴン気流下、ジ-4-ビフェニルアミン 10 g (東京化成)、4, 4"-ジブromo-p-ターフェニル 2.1 g (ランカスター社製)、t-ブトキシナトリウム 3 g (広島和光社製)、ビス(トリフェニルホスフィン)塩化パラジウム (II) 0.5 g (東京化成社製) 及びキシレン 500 ミリリットルを入れ、130℃にて24時間反応した。

冷却後、水 1000 ミリリットルを加え、混合物をセライト濾過し、濾液をトルエンで抽出し、無水硫酸マグネシウムで乾燥させた。これを減圧下で濃縮し、得られた粗生成物をカラム精製し、トルエンで再結晶し、それを濾取した後、乾燥したところ、9.4 g の 4"-ブロモ-N, N'-ジ-ビフェニル-4-アミノ-p-ターフェニルが得られた。

【0056】

(2) 化合物 (H3)

アルゴン気流下、上記 (1) で得られた 4"-ブロモ-N, N'-ジ-ビフェニル-4-アミノ-p-ターフェニル 2.6 g、N, N'-ジフェニルアミン 1 g (東京化成社製)、t-ブトキシナトリウム 0.5 g (広島和光社製)、ビス(トリフェニルホスフィン)塩化パラジウム (II) 0.1 g (東京化成社製) 及びキシレン 300 ミリリットルを入れ、130℃にて24時間反応した。

冷却後、水 500 ミリリットルを加え、混合物をセライト濾過し、濾液をトルエンで抽出し、無水硫酸マグネシウムで乾燥させた。これを減圧下で濃縮し、得られた粗生成物をカラム精製し、トルエンで再結晶し、それを濾取した後、乾燥したところ、1.7 g の淡黄色粉末が得られた。

得られた粉末について、FD-MS 分析により、 $C_{64}H_{40}N_2 = 716$ に対し、 $m/z = 716$ の主ピークが得られたので、N, N'-ジフェニル-4-アミノ-N", N"-ジ-ビフェニル-4"-アミノ-p-ターフェニル (H3) と同定した。

【0057】

実施例 4 (N, N, N'-トリフェニル-4-アミノ-N'-(1-ナフチル)アミノ-1, 1'-ビフェニル (H4) の合成)

アルゴン気流下、実施例 2 の (1) で得られた 4'-ブロモ-N, N'-ジ-ビフェニル-4-アミノ-1, 1'-ビフェニル 2.3 g、N-フェニル 1-ナフチルアミン 1 g (東京化成社製)、t-ブトキシナトリウム 0.5 g (広島和光社製)、ビス(トリフェニルホスフィン)塩化パラジウム (II) 0.1 g (東京化成社製) 及びキシレン 300 ミリリットルを入れ、130℃にて24時間反応した。

冷却後、水 500 ミリリットルを加え、混合物をセライト濾過し、濾液をトルエンで抽出し、無水硫酸マグネシウムで乾燥させた。これを減圧下で濃縮し、得られた粗生成物を

カラム精製し、トルエンで再結晶し、それを濾取した後、乾燥したところ、2.0 gの淡黄色粉末が得られた。

得られた粉末について、FD-MS分析により、 $C_{52}H_{38}N_2 = 690$ に対し、 $m/z = 690$ の主ピークが得られたので、N, N, N'-トリフェニル-4-アミノ-N'-(1-ナフチル)アミノ-1, 1'-ビフェニル(H4)と同定した。

【0058】

実施例5 (N, N, N'-トリフェニル-4-アミノ-N'-(2-ナフチル)アミノ-1, 1'-ビフェニル(H5)の合成)

アルゴン気流下、実施例2の(1)で得られた4'-ブromo-N, N-ジ-ビフェニル-4-アミノ-1, 1'-ビフェニル 2.3 g、N-フェニル-2-ナフチルアミン 1 g (東京化成社製)、t-ブトキシナトリウム 0.5 g (広島和光社製)、ビス(トリフェニルホスフィン)塩化パラジウム(II) 0.1 g (東京化成社製)及びキシレン 300 ミリリットルを入れ、130℃にて24時間反応した。

冷却後、水 500 ミリリットルを加え、混合物をセライト濾過し、濾液をトルエンで抽出し、無水硫酸マグネシウムで乾燥させた。これを減圧下で濃縮し、得られた粗生成物をカラム精製し、トルエンで再結晶し、それを濾取した後、乾燥したところ、1.9 gの淡黄色粉末が得られた。

得られた粉末について、FD-MS分析により、 $C_{52}H_{38}N_2 = 690$ に対し、 $m/z = 690$ の主ピークが得られたので、N, N, N'-トリフェニル-4-アミノ-N'-(2-ナフチル)アミノ-1, 1'-ビフェニル(H5)と同定した。

【0059】

実施例6 (N, N-ジフェニル-4-アミノ-N', N'-ジ-(4'-メチル-4-ビフェニル)-4'-アミノ-1, 1'-ビフェニル(H6)の合成)

(1) 4-ヨード-4'-メチルビフェニルの合成

4-メチルビフェニル 75 g (東京化成社製)とオルト過ヨウ素酸 19.2 g (和光純薬社製)とヨウ素 64.3 g (和光純薬社製)と酢酸 230 ミリリットルと濃硫酸 7.6 ミリリットルを入れ、70℃で2時間反応した。

反応後、室温まで冷却し、メタノール 850 ミリリットルに攪拌下注入し、析出結晶を濾取し、得られた結晶をアセトニトリル 2.1 リットルにて再結晶し、73 g の4-ヨード-4'-メチルビフェニルを得た。

【0060】

(2) ジ-(4'-メチル-4-ビフェニル)アミンの合成

100 ミリリットルの三口フラスコに、上記(1)で得られた4-ヨード-4'-メチルビフェニル 10.0 g、t-ブトキシナトリウム 4.32 g (和光純薬社製)、酢酸パラジウム 4.2 mg (和光純薬社製)を入れた。さらに攪拌子を入れ、フラスコの両側にラバーキャップをセットし、中央の口に還流用蛇管、その上に三方コックとアルゴンガスを封入した風船をセットし、系内を真空ポンプを用いて3回、風船内のアルゴンガスで置換した。

次に、脱水トルエン 60 ミリリットル (和光純薬社製)、ベンジルアミン 2.04 ミリリットル (東京化成社製)、トリス-t-ブチルホスフィン 169 μリットル (アルドリッチ社製、2.22 mol / リットルトルエン溶液)をシリンジでラバーセプタムを通して加え、5分間室温で攪拌した。

次にフラスコをオイルバスにセットし、溶液を攪拌しながら徐々に120℃まで昇温した。7時間後、オイルバスからフラスコを外し反応を終了させ、アルゴン雰囲気下、12時間放置した。

反応溶液を分液ロートに移し、ジクロロメタン 300 ミリリットルを加えて沈殿物を溶解させ、飽和食塩水 60 ミリリットルで洗浄後、有機層を無水炭酸カリウムで乾燥した。炭酸カリウムを濾別して得られた有機層の溶媒を留去し、得られた残渣にトルエン 200 ミリリットル、エタノール 40 ミリリットルを加え、乾燥管を付けて80℃に加熱し、残渣を完全に溶解した。その後12時間放置し、室温まで除冷することにより再結晶化さ

10

20

30

40

50

せた。

析出した結晶を濾別し、60℃で真空乾燥することにより6.12gのN,N-ジ-(4'-メチル-4-ビフェニル)-ベンジルアミンを得た。

300ミリリットルの一口フラスコに、1.35gのN,N-ジ-(4'-メチル-4-ビフェニル)-ベンジルアミン、パラジウム-活性炭素135mg(和光純薬社製、パラジウム含有量10重量%)を入れ、クロロホルム100ミリリットル、エタノール20ミリリットルを加えて溶解した。

次に、フラスコに攪拌子を入れた後、水素ガス2リットルが充填された風船を装着した三方コックをフラスコに取り付け、真空ポンプを用いてフラスコ系内を水素ガスで10回置換した。減った水素ガスを新たに充填し、水素ガスの容積を再び2リットルにした後、室温で激しく溶液を攪拌した。30時間攪拌後、ジクロロメタン100ミリリットルを加え、触媒を濾別した。

次に、得られた溶液を分液ロートに移し、炭酸水素ナトリウム飽和水溶液50ミリリットルで洗浄後、有機層を分別し、無水炭酸カリウムで乾燥した。濾過後、溶媒を留去し、得られた残渣にトルエン50ミリリットルを加え、再結晶化させた。析出した結晶を濾別し、50℃で真空乾燥することにより0.83gのジ-(4'-メチル-4-ビフェニル)アミンを得た。

【0061】

(3) 化合物(H6)の合成

アルゴン気流下、実施例2の(1)で得られた4'-ブプロモ-N,N-ジビフェニル-4-アミノ-1,1'-ビフェニル2.3g、上記(2)で得られたジ-(4'-メチル-4-ビフェニル)アミン1.8g、t-ブトキシナトリウム0.5g(広島和光社製)、ビス(トリフェニルホスフィン)塩化パラジウム(II)0.1g(東京化成社製)及びキシレン300ミリリットルを入れ、130℃にて24時間反応した。

冷却後、水500ミリリットルを加え、混合物をセラライト濾過し、濾液をトルエンで抽出し、無水硫酸マグネシウムで乾燥させた。これを減圧下で濃縮し、得られた粗生成物をカラム精製し、トルエンで再結晶し、それを濾取した後、乾燥したところ、2.3gの淡黄色粉末が得られた。

得られた粉末について、FD-MS分析により、 $C_{62}H_{48}N_2 = 820$ に対し、 $m/z = 821$ の主ピークが得られたので、N,N-ジビフェニル-4-アミノ-N',N'-ジ-(4'-メチル-4-ビフェニル)-4'-アミノ-1,1'-ビフェニル(H6)と同定した。

【0062】

実施例7

25mm×75mm×1.1mm厚のITO透明電極付きガラス基板(ジオマテック社製)をイソプロピルアルコール中で超音波洗浄を5分間行なった後、UVオゾン洗浄を30分間行なった。

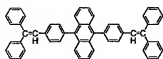
洗浄後の透明電極ライン付きガラス基板を真空蒸着装置の基板ホルダーに装着し、まず透明電極ラインが形成されている側の面上に前記透明電極を覆うようにして膜厚60nmのN,N'-ビス(N,N'-ジビフェニル-4-アミノフェニル)-N,N'-ジビフェニル-4,4'-ジアミノ-1,1'-ビフェニル膜(TPD232膜)を成膜した。このTPD232膜は、正孔注入層として機能する。このTPD232膜上に正孔輸送材料として膜厚20nmの上記化合物(H1)層を成膜した。この膜は正孔輸送層として機能する。さらに、膜厚40nmの下記EM1を蒸着し成膜した。同時に発光分子として、下記のステリル基を有するアミン化合物D1を、EM1:D1の重量比が40:2になるように蒸着した。この膜は、発光層として機能する。この膜上に膜厚10nmの下記Alq膜を成膜した。これは、電子注入層として機能する。この後、還元性ドーパントであるLi(Li源:サエスゲッター社製)とAlqを二元蒸着させ、電子注入層(又は陰極)としてAlq:Li膜(膜厚10nm)を形成した。このAlq:Li膜上に金属Alを蒸着させ金属陰極を形成し有機EL素子を形成した。

得られた素子について電流密度 $1 \text{ mA} / \text{cm}^2$ における発光効率を測定し、その結果を表 1 に示す。

なお、化合物 (H 1) はアモルファス性が高く、蒸着時に蒸着源の開口部を結晶が塞ぐことはなかった。

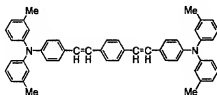
【0063】

【化13】

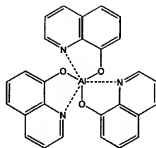


EM1

10



D 1



Alq

20

【0064】

実施例 8

実施例 7 において、化合物 (H 1) の代わりに化合物 (H 2) を用いた以外は同様にして有機 EL 素子を作製した。

得られた素子について電流密度 $1 \text{ mA} / \text{cm}^2$ における発光効率を測定し、その結果を表 1 に示す。

なお、化合物 (H 2) はアモルファス性が高く、蒸着時に蒸着源の開口部を結晶が塞ぐことはなかった。

【0065】

実施例 9

実施例 7 において、化合物 (H 1) の代わりに化合物 (H 3) を用いた以外は同様にして有機 EL 素子を作製した。

得られた素子について電流密度 $1 \text{ mA} / \text{cm}^2$ における発光効率を測定し、その結果を表 1 に示す。

なお、化合物 (H 3) はアモルファス性が高く、蒸着時に蒸着源の開口部を結晶が塞ぐことはなかった。

【0066】

実施例 10

実施例 7 において、化合物 (H 1) の代わりに化合物 (H 4) を用いた以外は同様にして有機 EL 素子を作製した。

得られた素子について電流密度 $1 \text{ mA} / \text{cm}^2$ における発光効率を測定し、その結果を表 1 に示す。

なお、化合物 (H 4) はアモルファス性が高く、蒸着時に蒸着源の開口部を結晶が塞ぐことはなかった。

【0067】

実施例 11

実施例 7 において、化合物 (H 1) の代わりに化合物 (H 5) を用いた以外は同様にして有機 EL 素子を作製した。

30

40

50

得られた素子について電流密度 $1 \text{ mA} / \text{cm}^2$ における発光効率を測定し、その結果を表 1 に示す。

なお、化合物 (H 5) はアモルファス性が高く、蒸着時に蒸着源の開口部を結晶が塞ぐことはなかった。

【 0 0 6 8 】

実施例 1 2

実施例 7 において、化合物 (H 1) の代わりに化合物 (H 6) を用いた以外は同様にして有機 E L 素子を作製した。

得られた素子について電流密度 $1 \text{ mA} / \text{cm}^2$ における発光効率を測定し、その結果を表 1 に示す。

なお、化合物 (H 6) はアモルファス性が高く、蒸着時に蒸着源の開口部を結晶が塞ぐことはなかった。

【 0 0 6 9 】

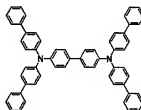
比較例 1

実施例 7 において、化合物 (H 1) の代わりに下記 N, N, N', N' -テトラ (4 -ビフェニル) -ジアミノビフェニレン (T B D B) を用いた以外は同様にして有機 E L 素子を作製した。

得られた素子について電流密度 $1 \text{ mA} / \text{cm}^2$ における発光効率を測定し、その結果を表 1 に示す。

なお、T B D B は結晶性が高く、蒸着時に蒸着源の開口部で結晶化し、連続的に成膜することができなかった。

【 化 1 4 】



TBDB

【 0 0 7 0 】

【 表 1 】

表 1

	正孔輸送材料	発光効率(cd/A)	発光色
実施例7	H1	11.0	青
実施例8	H2	12.0	青
実施例9	H3	11.2	青
実施例10	H4	12.2	青
実施例11	H5	12.1	青
実施例12	H6	12.3	青
比較例1	TBDB	11.5	青

【 0 0 7 1 】

以上の結果から判るように、本発明の芳香族アミン誘導体を有機 E L 素子の正孔輸送材料に用いた場合、従来用いられている材料と同等の発光効率で発光させることが可能な上、アモルファス性が高いことから、成膜時に蒸着源の開口部を塞ぐことがなく、連続的に素子を成膜することができるため、有機 E L 素子の製造歩留り向上に極めて有効であった。

【 0 0 7 2 】

【 発明の効果 】

10

20

30

40

50

以上、詳細に説明したように、本発明の芳香族アミン誘導体及びそれを用いた有機ＥＬ素子は、高い発光効率を維持しつつ、分子が結晶化しにくく、有機ＥＬ素子を製造する際の歩留りを向上させることができる。